

无线电 2

WUXIANDIAN 1965



注意安全 請勿動手



上海市楊浦区无线电电子技术革新項目总结交流展覽会

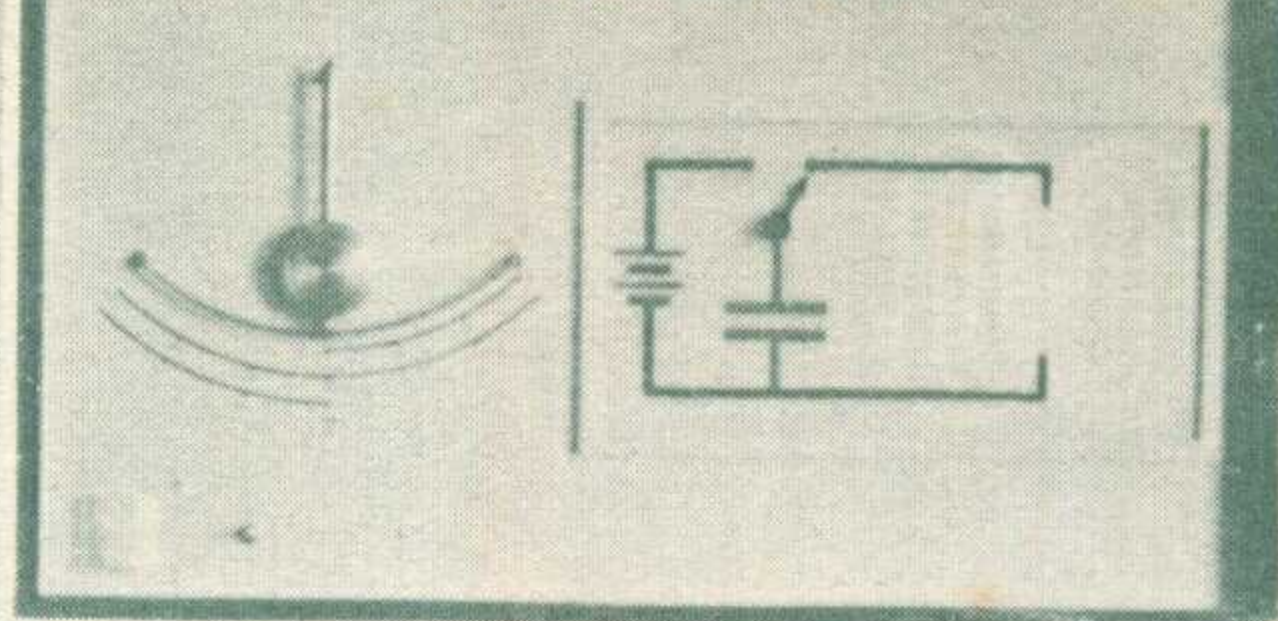
最近，上海楊浦区科协和区工会举办了一次“无线电电子技术革新項目总结交流展览会”。在这次展览会上展出了一百多种业余无线电爱好者的优秀革新項目，其中有自动控制设备、测量检验仪器，以及各种无线电电子学演示教具、示教板等。这些革新項目经过生产实践证明，对保证产品质量、提高劳动生产率和普及科学技术知识，发挥了很大的作用。通过这次展览，說明了广大的无线电爱好者响应了党的号召，积极投入了阶级斗争、生产斗争和科学实验的伟大革命运动。他们紧密结合生产需要，顽强地学习无线电电子技术。遇见困难，就努力提高政治思想觉悟，用革命的精神去战胜它。他们学习的目的明确，劲头足，因而学得好，收效大。我们希望所有的业余无线电爱好者們，也都在自己的工作岗位上，用毛主席思想作指导，更好地学习、掌握这门科学技术，创造出更多更好的技术革新作品，迎接我們社会主义革命和社会主义建設的新高潮！

(上海市楊浦区科学技术协会供稿)

上：讲解員在給观众讲解表面溫度計。
下：专业經驗交流一瞥。

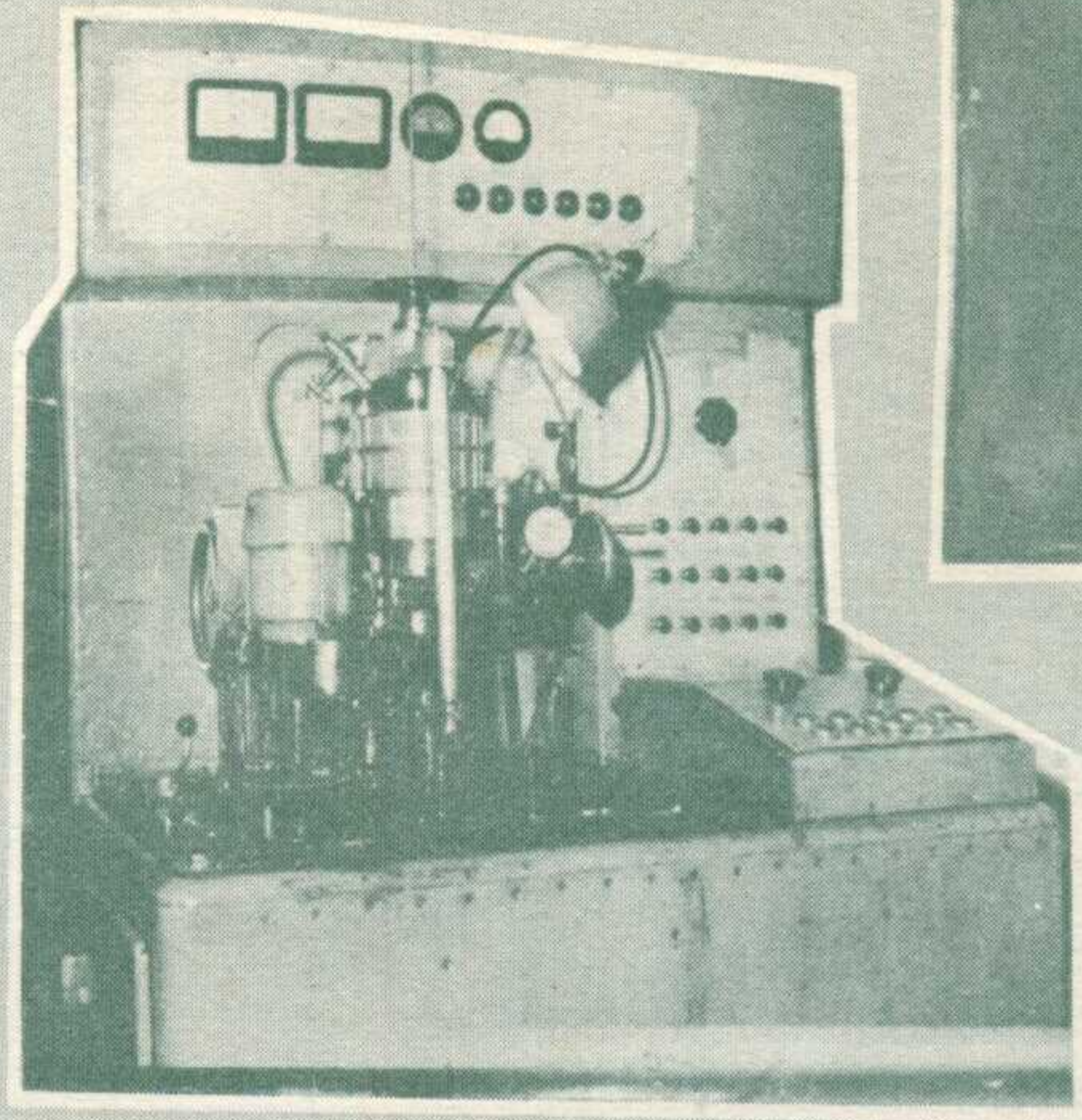


电磁振盪現象



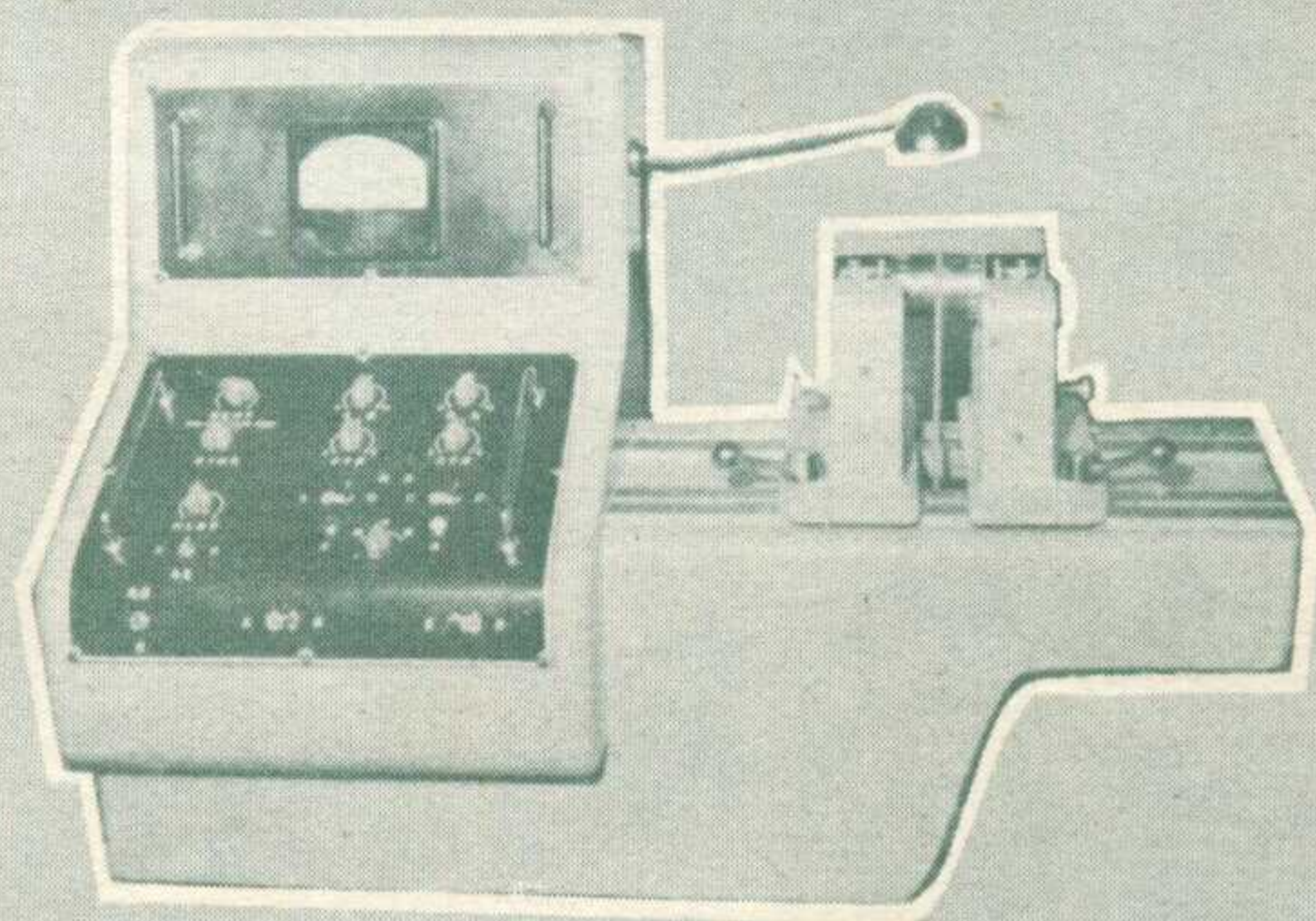
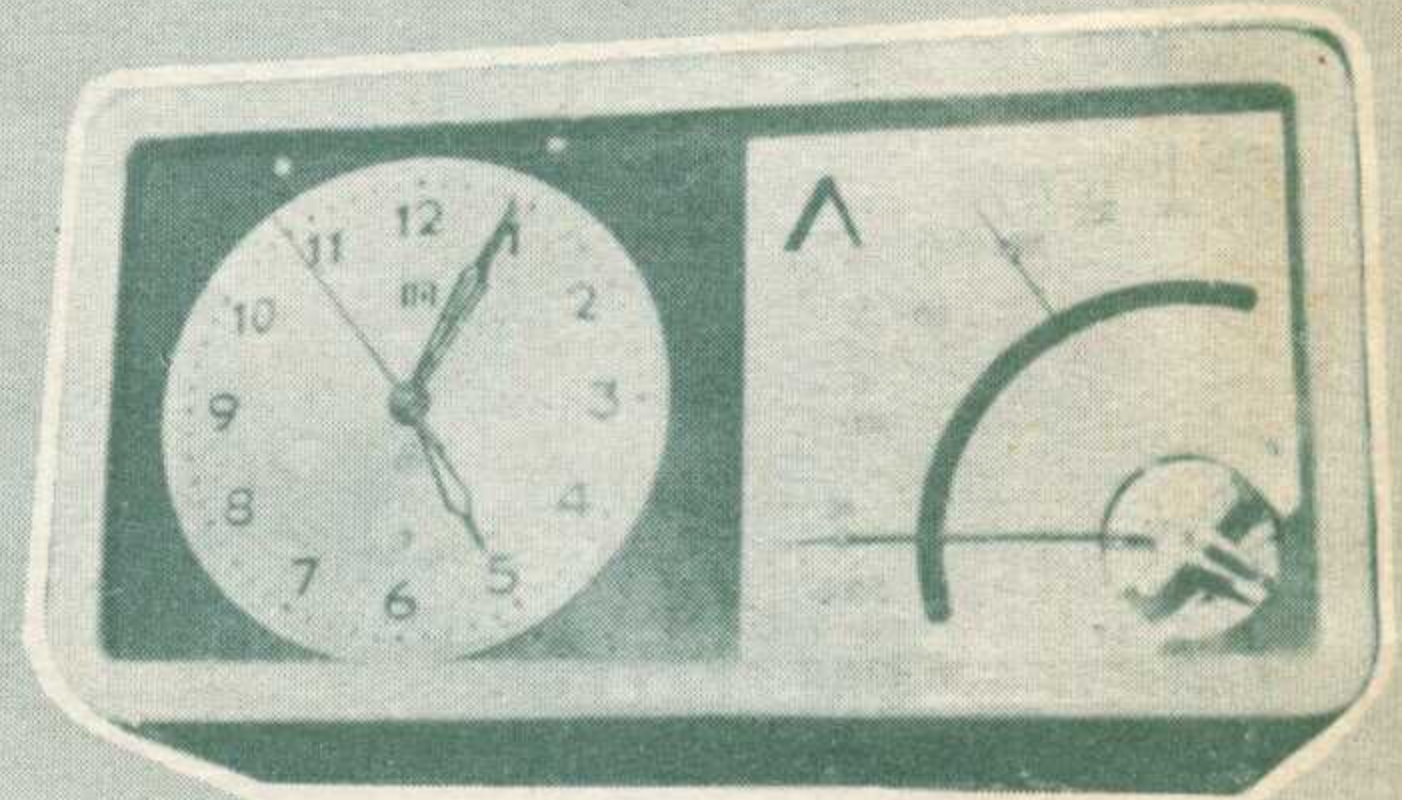
←楊浦区科学技术协会創作的一套(29块)初级无线电知识示教板之一。

→「电动式測量机构」这是上海航空工业学校制作的示教器具之一，能生动地表现出电动式測量机构的工作情况。



←「小型电火花装置」，上海手表厂創作，可用来在硬质合金零件上破槽与钻孔。

→「过电流時間累积仪」，上海铁合金厂創作，可累积过载电流延续時間，以便采取对策，确保安全和合理使用。



←国棉九厂創作的「2J-1型精密动平衡机」，主要用来平衡各种迴轉体，如紗錠、馬达轉子等。

→「电信报数仪」，上海第一钢铁厂創作，可供在炼钢炉与钢样化验室之間以电信号方式传递钢样分析数据，从而降低了金属消耗，縮短了冶炼時間，提高了产品质量



“无线电”月刊创刊十周年纪念

普及无线电知识，为四个现代化

服务！

马大猷 1965年1月10日

本刊举行座谈会纪念创刊十周年

《无线电》创刊已届十年。1965年一月十七日，本刊邀请了在京的一部分读者、作者座谈，纪念创刊十周年。读者、作者、编者欢聚一起，畅谈十年来我国无线电事业在党中央和毛主席的英明领导下，在总路线的光辉照耀下，贯彻自力更生方针所取得的巨大成就，以及在这个基础上蓬勃开展的无线电活动。大家谈到，《无线电》的创刊，表明党对无线电事业的关怀。现在《无线电》已从创刊时的每期一万八千多份发展到每期三十二万份。这说明我国工农兵和学生中有许多人热爱无线电技术；一支为社会主义建设和国防建设服务的无线电事业后备军，正在成长壮大。同时，这也说明过去十年，《无线电》在普及科学技术知识、配合群众性的无线电活动，以及交流无线电技术经验等方面起了应有的作用。

在会上大家谈到，我国目前正在迎接工农业生产的新高潮，有更多的人希望学习、掌握无线电电子技术，因此对《无线电》的要求也就更高了。读者和作者都希望今后在刊物上能看到更多更好的文章，介绍以毛主席思想为指针，勤俭节约、刻苦钻研技术的先进典型，并且更多地交流技术革新中的经验。大家希望刊物能在未来的无线电事业的高潮中发挥更大的作用，办得越来越好，成为一个革命化的传播技术知识的刊物。

会上许多同志认为“业余初学者园地”栏适合读者的需要，并希望这一栏的文章能更通俗些，更加强启发性。大家希望有实践经验的作者要多考虑初学者的需

要，用群众的语言，多写些实用的短小精悍的文章，以培养年轻一代更迅速地成长。

作者、读者对编辑工作还提了不少宝贵的意见，并希望今后作者、读者、编者要加强联系，共同努力，使刊物在内容和形式上更加充实和活泼。



微 型 电 子 设 备

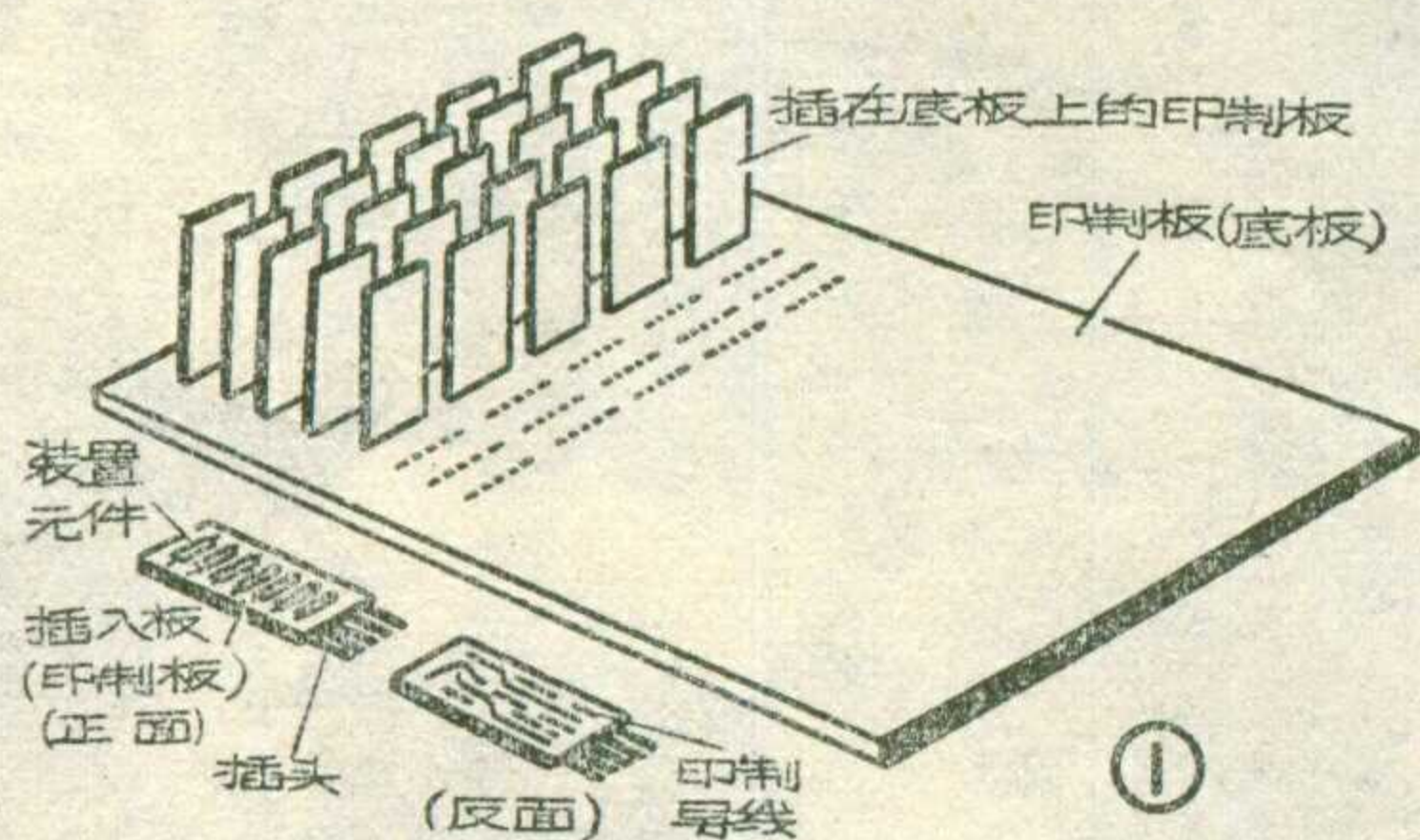
在1957年出现微型电子设备以前,电子设备经历了小型和超小型的发展道路。所谓小型电子设备是指用直径约为17.5毫米的电子管(例如1A2花生管)所组成的设备,这种设备的装配密度(即每单位体积内所装的元件数)约为8000件/呎³。所谓超小型电子设备是指用直径从6.35到9.53毫米的笔形管所装成的设备,其装配密度达50,000件/呎³。微型电子设备则是指用半导体管、印制电路以及特种装配方法装成的、装配密度高达500,000件/呎³以上的设备。

电子设备从小型化、超小型化向着微型化的方向发展,是由科学技术发展的需要而决定的。下面我们举宇宙火箭的例子来说明这个问题。我们知道,宇宙火箭所以能探索太空的秘密是依靠了各种电子设备。我们又知道,火箭燃料的消耗量是随着火箭载运量的增加按几何级数增加的。当载运量增加一倍时,所需燃料一般要增加十倍左右。因此,如果能把电子设备的重量减小1公斤,那么火箭的总重量就可以减轻很多,一般可减轻10到40公斤,同时电子设备的微型化还可以缩小火箭的体积。

然而,电子设备微型化的重要意义并不仅限于减轻重量和缩小体积。在毫微秒脉冲技术发展起来以前,我们从不考虑脉冲从导线一端传到另一端所需的时间,因为脉冲的传播速度接近光速。但是在现代的快速电子计算机中,却不得不考虑脉冲传过长30厘米的导线所需要的1毫微秒的时间。使用普通元件的电子计算机,元件间必然要有一定长度的接线,因而使计算机不能进一步提高计算速度。而采用微型部件后,这个困难就迎刃而解。此外,像电子计算机、雷达等复杂的电子设备,元件数目极大,焊接点极多,这就会直接影响它们的稳定性和可靠性。由于微型电子设备采用特殊的装配方法,元件间焊接点大为减少,从而使稳定性和可靠性大大提高。

提高装配密度的几种方法

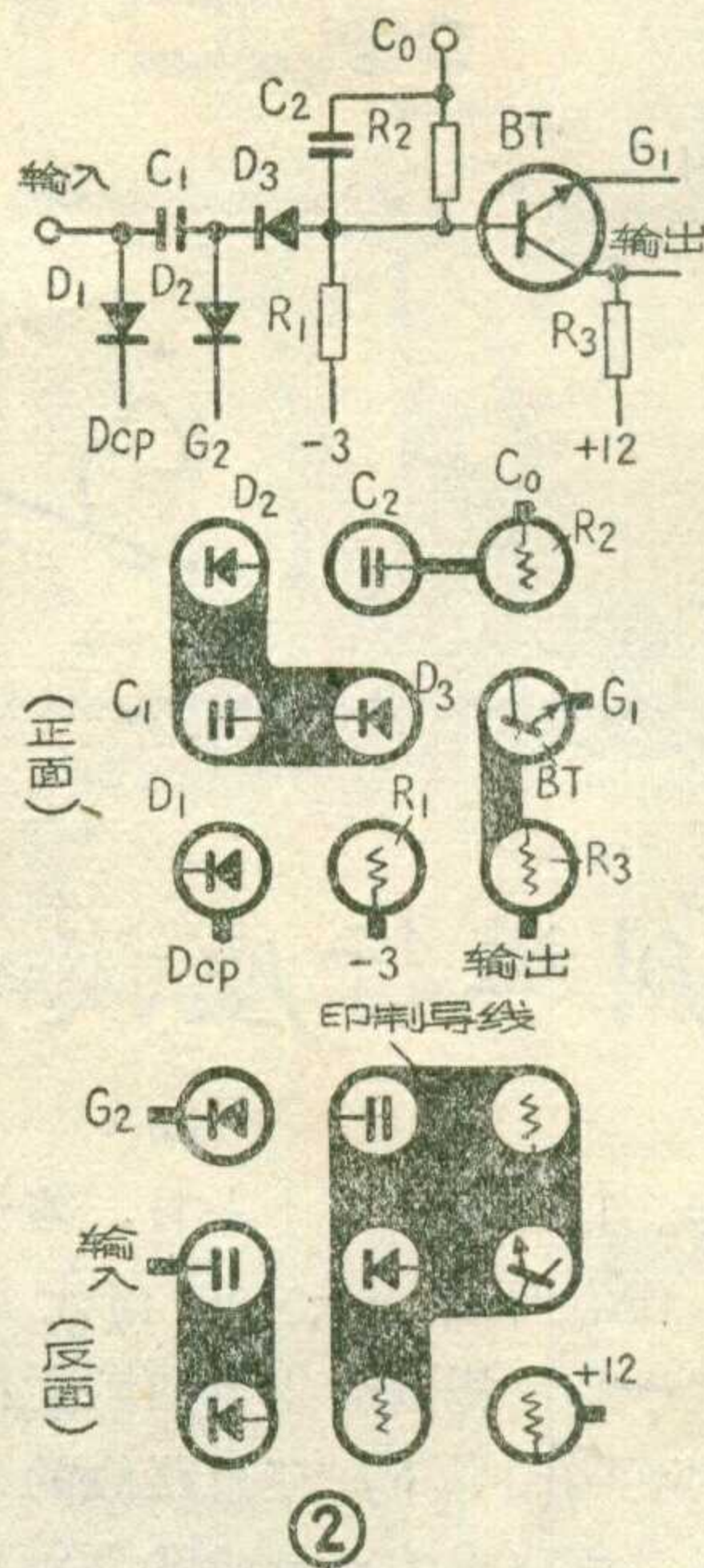
在使用普通元件的情况下,为了提高装配密度,主要是提高设备中空间的利用率,即将设备中的空间尽可能



能都装上元件。

提高设备空间利用率的第一种方法,是将各独立的元件紧密地装配在一个印制电路板上,组成设备某部分的完整电路,然后将这些装有元件的印制板插在另一块较大的印制电路底板上,底板上的印制电路用来连接插在其上的各印制电路板,最后进行密封处理(图1)。

第二种方法是不用印制电路插板,而是将整个单元内的元件按引线的方向平行紧密排列,在元件的两边是



两块聚酯绝缘薄片,其上按元件位置钻有小孔,并根据电路印制上导线。元件的引线穿过这些孔接到印制电路,然后用熔接法使元件和整个电路连接成能完成一定功能的设备。

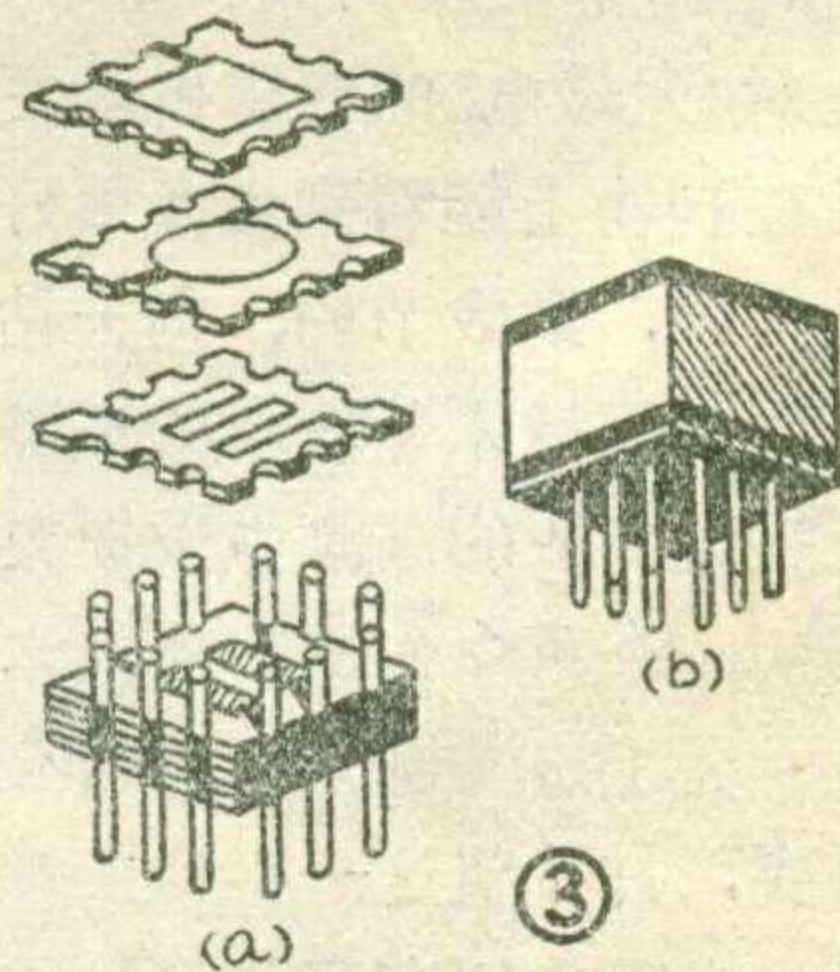
第三种方法是将元件制成直径不同的圆片,在印制电路板上开出相应直径的孔,然后将这些元件嵌入孔内,用环氧树脂固定。元件之间依靠板上的印制电路连接(板的两面均有印制电路)。图2示出用这种方法制造半个多谐振荡器时,各元件的排列情形。

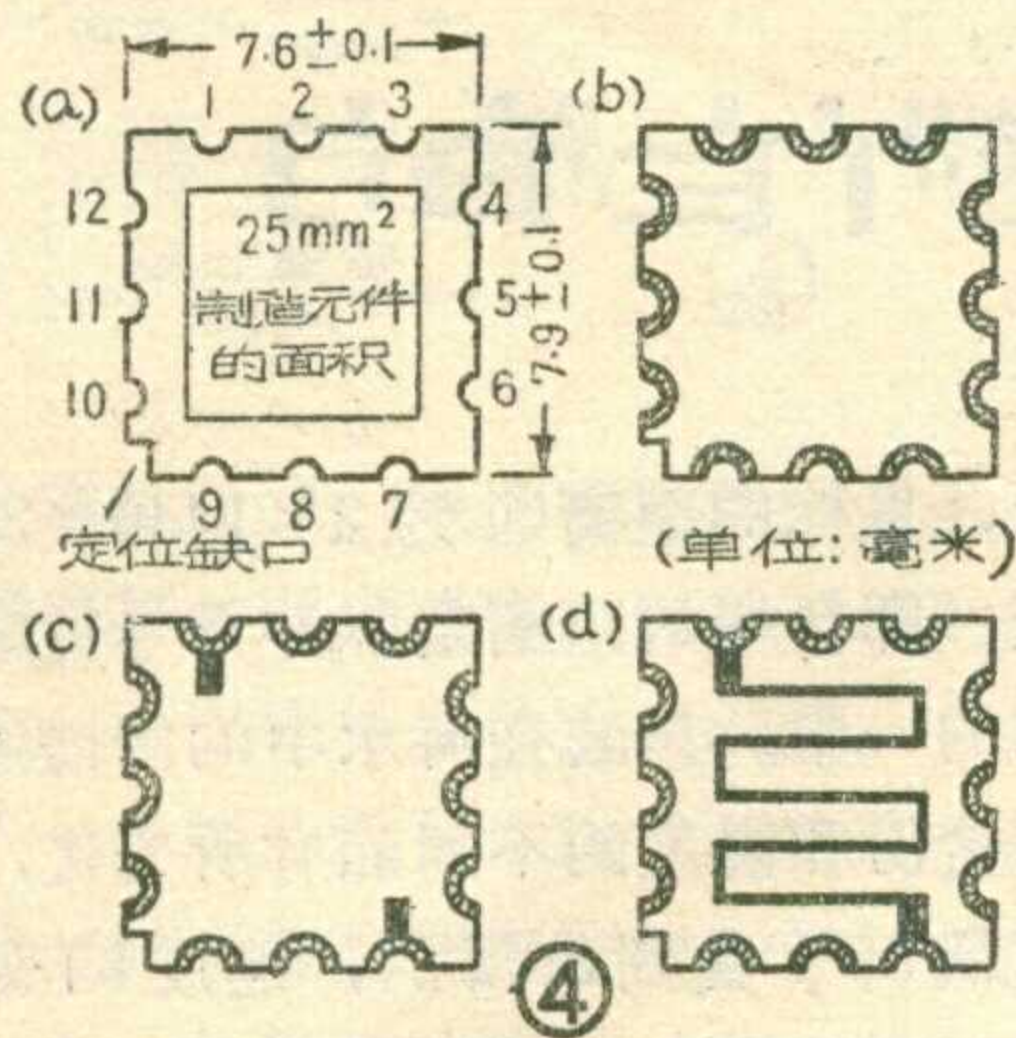
前两种方法的装配密度约为50000件/呎³,可制成超小型电子设备。第三种方法的装配密度较前两种高,一般达 $10^5 \sim 6 \times 10^5$ 件/呎³。以上三种方法的共同特点是各元件在结构上和电性能上彼此独立,当其中某一元件损坏时可以单独更换。

为了进一步提高装配密度,不得不彻底改革从元件制造一直到装配成整机的全部过程。根据制造工艺的不同,大致可以分为微型组合件和微型薄膜电路两种。下面我们分别加以介绍。

微型组合件

微型组合件也是由单独的元件装配而成的。尽管各元件在电性能上是彼此独立的,但装成组合件后各元件在结构上就不能再分离,因此当某一元件损坏后,只能更换整个组





合件。組合件的形式很多，这里只介绍架形和热电子微型组合件两种。

架形组合件是先在绝缘基片上用真空蒸发法或化学沉积法制成薄膜元件，然后将这些绝缘片迭在一起，用铜导线连接成一个

整体，再加以密封而成。图3示出它的外形和结构。由于它在结构上呈架形，故称架形组合件。下面以制造电阻为例，简单地讲一下它的制造方法。

第一步：用陶瓷、玻璃等绝缘材料制成图4a所示形状和尺寸的基片（基片厚度为 0.25 ± 0.05 毫米），表面的光洁度要很高。四周的12个半圆形切口、放置铜导线，作为固定各基片的机械支架和将各元件连接成所需电路的导线。基片中央大小为25毫米²的面积是制造元件的部分。

第二步：在基片的每个半圆形切口处用真空蒸发法或化学沉积法敷上金、银、铜等导电良好的金属（图4b）。

第三步：根据微型元件的引出端与半圆型切口接点的位置，用上述同样材料，在基片上敷上电气连接线。在图4c中，敷上了两条连接线，以便将电阻引出。

第四步：在基片上制造所需阻值的电阻（图4d），一般使用镍铬合金。薄膜电阻的厚度、形状视阻值而定。

第五步：将已制上元件的各基片隔开一定距离，并根据定位缺口的位置把它们迭起来，再将各元件焊至12根铜导体上，连成一个完整的电路，装上外壳，灌注密封漆。

架形微型组合件的装配密度约为 2×10^5 件/呎³，用它制造的时间分割多路通信设备的重量仅为半导体化的同类装置的 $1/25$ ，体积则为 $1/35$ 。

在架形微型组合件中，元件排列得如此紧密，元件所发的热就难以排除，因此要制成大

功率的设备是有困难的。此外，要在基片上制造电感量大的电感和电容量大的电容也会遇到困难，因此，这些元件就不得不接在组合件以外。架形微型组合件特别适合于制作不用大电感和大电容的高频滤波器、振荡器以及逻辑电路等等。

组合件中各元件散发的热量，对组合件的工作极为不利。但是在另外一种微型组合件——热电子微型组合件中，却是利用这些热量而工作的。所谓热电子微型组合件，就是用耐高温的元件和没有加热灯丝的电子管组合起来的，这种电子管的阴极也像普通电子管一样，靠加热发射电子，故得此名。它所需的热量，最初靠外部供给，以后则靠管子本身和周围元件所散发的热量供给。

这种组合件中的二极管、三极管及电阻的结构示于

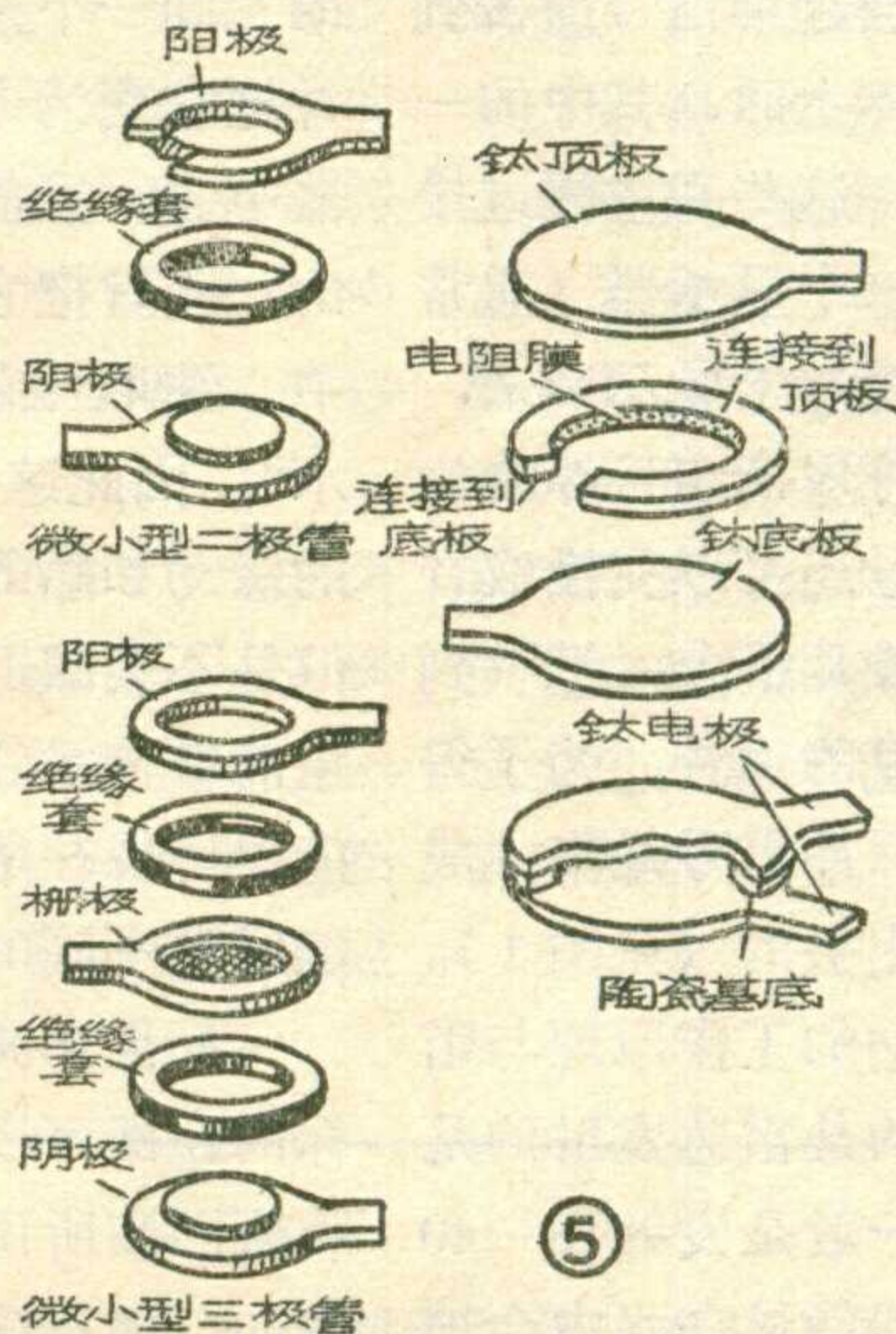


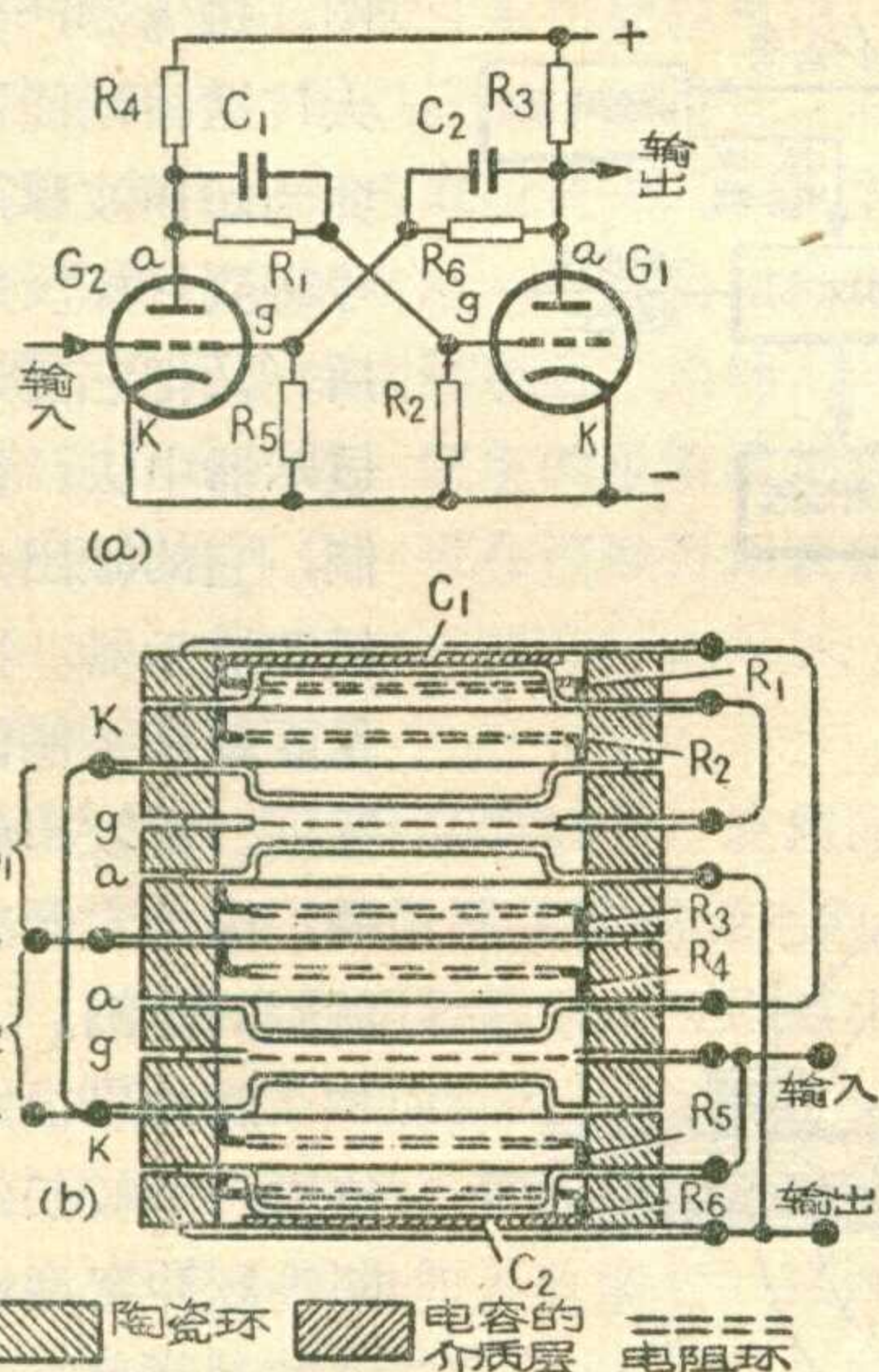
图5。管子的阳极、栅极和阴极由适当形状和大小的耐高温的钛片组成，钛片间以陶瓷垫片隔开一定距离，在 1000°C 下熔接在一起而成为密封结构，并抽成真空。阴极表面敷一层常用的阴极材料，工作温度为 580°C ，发射电流取决于阴极发射面积。发射面积为2毫米²时，阴极电流可达2毫安。将结晶碳以环形或螺旋形涂在陶瓷环的内壁就制成了电阻元件。两个钛片用陶瓷环隔开就成为一个电容器，如用合成云母等介质隔开便得到较大的电容。

图6所示的这种组合件是一个多谐振荡器，图6a是它的电路，图6b是它的组合件的结构（它的直径为8毫米，长为9毫米），两图中的符号一一对应。一个拥有16个电子管、14个电阻和电容的逻辑电路，才相当于长45毫米的一个铅笔头。

微型薄膜电路

由于上述组合件在每一基片上只制造一个元件，所以缩小体积就有一定的限制。用真空蒸发或化学沉积法，在同一基片上依次沉积上电阻薄膜、导电薄膜、绝缘薄膜，像组合件那样构成一个完整的电路，则体积和重量可以进一步减小（这时大电感和大电容仍需外接）。

（下转第7页）



⑥

声纳是怎样工作的

声纳是一种利用超声波的水下探测设备。它主要是装置在海军舰艇或船只上用来发现水下目标，如潜水艇、水雷、沉船、冰山、暗礁等等，并且确定它们的位置。同时，它也能测量水深、探测鱼群和绘制海底地图。具有后面几种用途的声纳设备，通常叫做回声测深仪或鱼群探测器。

声纳装置在水中向一定方向发射超声波脉冲信号，当这种信号撞击到比信号波长大的物体上时，其中的一部分就被反射回来，这些回波经过接收和放大，同时在一个显示器（通常是用一个阴极射线管）上显示出来，根据显示的情况就可以确定目标的位置和距离。回波信号还可以变换成音频信号送到扬声器或耳机中，把收到的信号变为可以听见的声音。为了得到更好的方向性，脉冲信号是集中成一个细锥形波束发出去的（见图1）。

由此可见，声纳的工作原理与雷达非常相似，不同的是雷达发射的是微波信号，而声纳一般是发射18—40千赫的超声波。微波能量在水中会被强烈地吸收而不能有效地传送，因此

无法采用。超声波在水中的损耗很小，能够较好地传送。另外一个不同之处是它们的传播速度不同：雷达信号是以每秒三十万公里的光速行进，超声波的行进速度，在海水中大约为每秒1500米，而且要随着水温的不同起变化。

声纳的脉冲信号，是从一个可以把电信号变成为超声波的换能器发出的。同一个换能器又能够接收回波，并把它变为电信号送到接收机和显示器中去。换能器一般是装在船身下面的，同时把它放在充满水的钟形外壳中。钟形外壳中的水可以认为是“静水”，因此这个钟形外壳能够减少水的骚动和船的噪声对换能器的影响，但是不会减低声纳的效率，因为它用能够传送超声波的材料作成的。换能器可以在所有方向上转动，同时还能倾斜不同的角度。

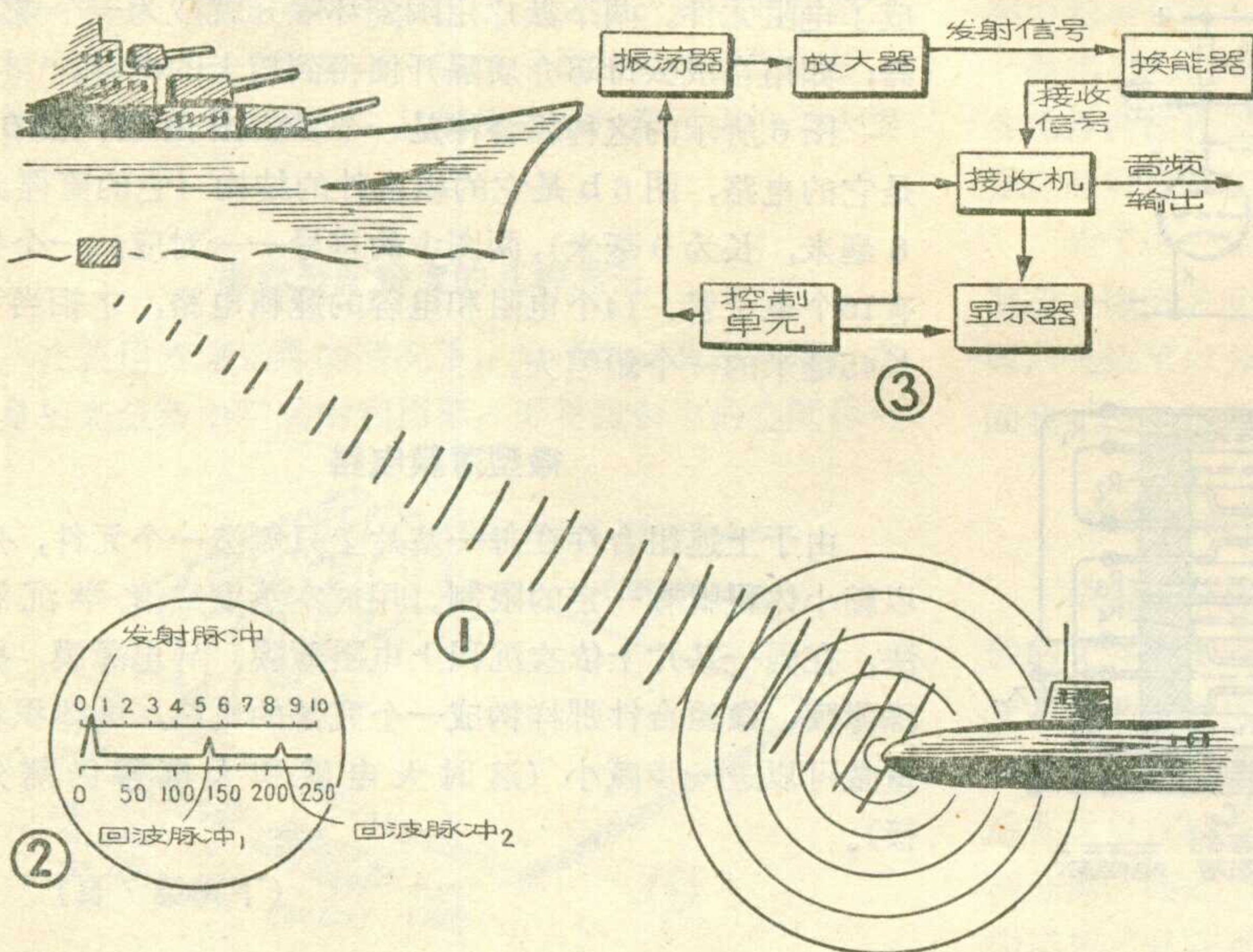
如果声波的传播速度一定，则目标的距离可以用从发出脉冲信号到接收到回波所用的这一段时间来测量。例如，假定这一段时间为4秒钟，如果声波的传播速度为每秒1440米，那

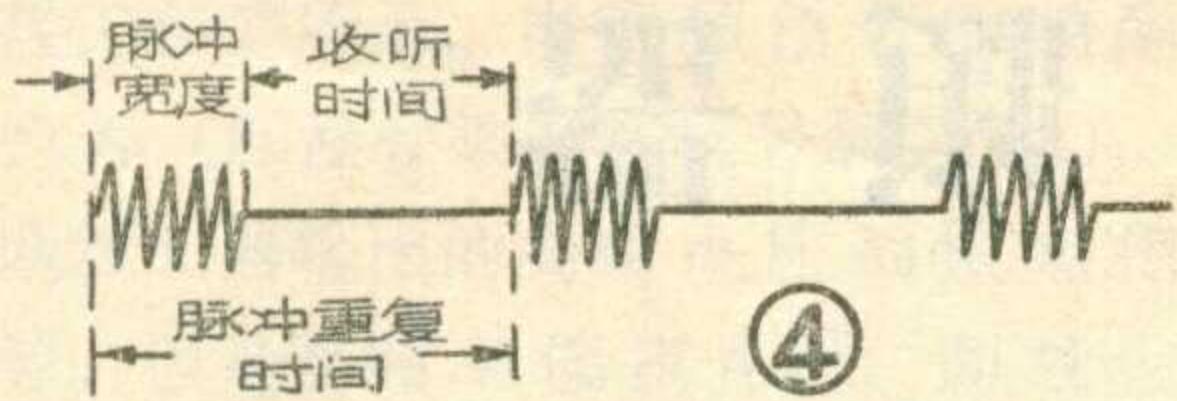
末，目标的距离则为 $2 \times 1440 = 2880$ 米；即目标的距离是脉冲信号行经距离的一半。声波在海水中的传播速度随盐份和温度的不同而有所变化，温度从 30°F 变到 85°F 时，速度的变化范围为每秒1410米至每秒1590米。除了在大河口附近有淡水的影响外，海水的盐份基本上是相当固定的，所以，在定标声纳装置时，一般不需要考虑海水的含盐量，只需要考虑水温的变化。

图2是一种在阴极射线管上的回波显示信号。这是一种由回波产生偏移调制的A型扫描。水平扫迹标以目标的距离标度，用发射脉冲开始扫描。根据回波脉冲信号的位置，就可以得到目标的距离。图上示有两个回波脉冲信号，可以看出第一个目标比第二个目标距离近一些。第二个脉冲由于通过了较长的距离，衰减较大，所以振幅较小。距离的刻度可以用不同的单位标出。有时候也使用垂直扫迹，这时回波脉冲信号是在水平方向出现。目标的方向，由换能器接收到回波时的方向决定。

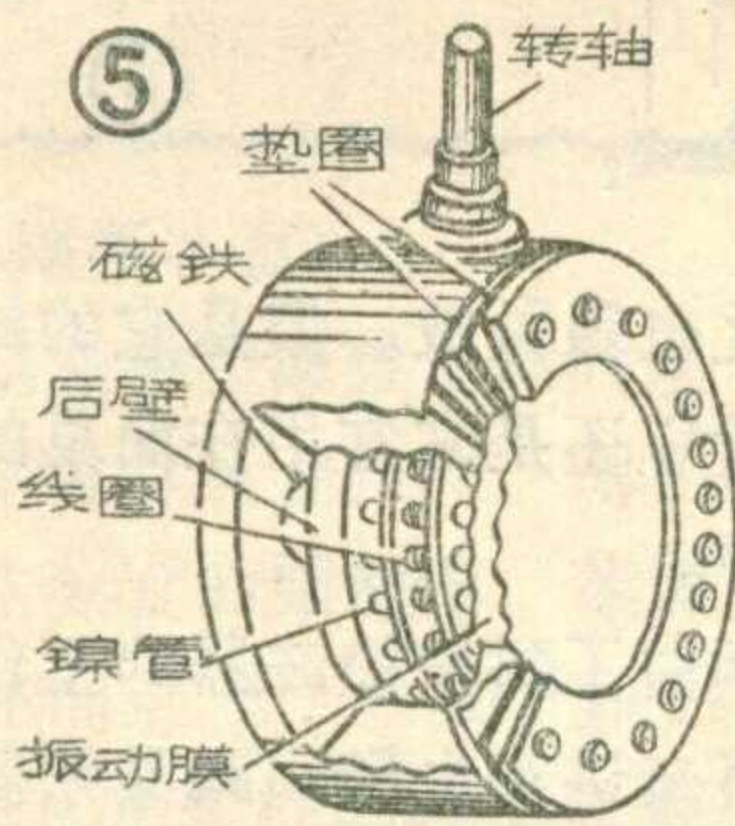
图3为一典型的声纳装置方框图。振荡器产生电脉冲信号，经过放大传送给换能器，由它把电脉冲信号变为超声波脉冲信号发射出去。当信号碰到目标反射回来被换能器接收后，又把它变为电信号送到接收机和显示器中去。整个装置由控制单元控制，它的输出分别送到振荡器、接收机和显示器。控制单元一般是通过操作面板来控制测距范围和发射脉冲的宽度。所发出的脉冲的特性是很重要的，因为它们决定着整个装置所能探测到的范围。

脉冲以很短促的时间发出，然后停发一个较长的时间。发射脉冲的时间叫脉冲宽度或脉冲的持续时间，而停发时间叫收听时间（见图4）。从一个脉冲开始到下一个脉冲开始为脉





冲重复时间。最大探测范围就是由脉冲重复时间来确定。脉冲重复时间较长，可以使信号传送得较远，并且在下一个脉冲信号发出之前收到回波信号。最小探测范围则由脉冲持续时间决定。如果脉冲持续时间太长，近的目标回波就会与发射的脉冲混在一起分不清楚。所以，为了探测近距离的目标，需要较短的脉冲持续时间。不过，在主要是为了探测远距离的目标时，还是应该用持续时间长的脉冲，

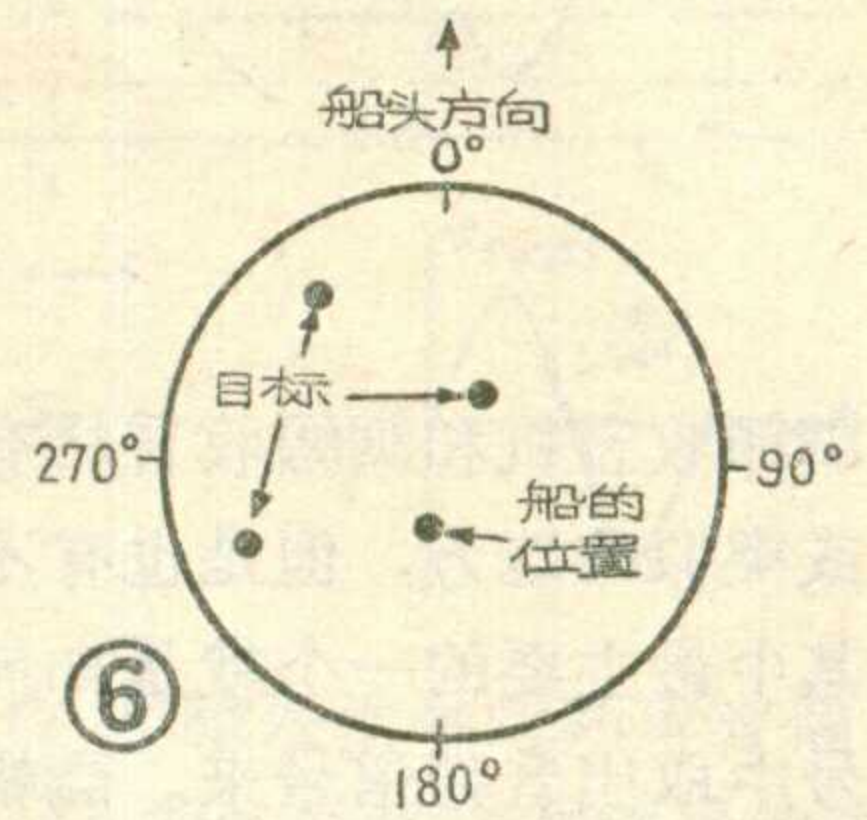


因为它可以送出更多的能量，使收到的回波信号较强。

换能器可以使用压电式的或磁致伸缩式的。后一种用得较多，因为它在低频率时能够产生较大的功率。图5是一种典型的磁致伸缩换能器。换能元件是许多镍管，当它受到磁场的影响时，长度会发生变化，这种现象叫做磁致伸缩效应。每一根镍管的一头嵌在一块叫做振动膜的钢板上，每根管上分别绕着驱动线圈。当由振荡器产生的电脉冲信号送到线圈中时，镍管的长度就发生变化，同时带动振动膜振动而产生超声波信号。接收时，回波脉冲使振动膜振动，同时镍管也随着振动，于是，在每个线圈中都感应出电压。压电式换能器，则是由许多独立的压电晶体嵌在振动膜中构成。它的工作过程与磁致伸缩型的差不多。

回波信号可以用不同的方法在阴极射线管上显示出来。前面已经谈到，采用A型扫描时，只能指示出一个信号发射方向的距离。如果采用扫描360°的平面位置显示器，就能够显

示出周围的任何目标，同时指示出距离和方位（图6）。这时回波信号是



送到显示器作亮度调制的，也就是说，在有回波信号时扫描踪迹就变得较亮一些。

声纳的探测范围，要根据水下的情况、发射功率等因素而定，一般可从几米到几公里。无法预知的变化和各種噪声，如螺旋桨噪声、船的振动、水流动、以及一些鱼类所造成的噪声等，可能影响声纳的正常工作；不同水层的温度差别也会降低声纳的精度；海里的生物还可能发射波束，产生虚假的回波。解决了这些问题，就会进一步增加声纳的探测范围和提高探测的精度。

(蒋泽仁编译)

(上接第25页)

不过数值应当尽可能准确，可以用几只电阻串联或并联搭配成所需的阻值。电阻档调零点电位器的总阻值也应当测定。其他倍增器中的各电阻，都可采用炭膜电阻。不过炭膜电阻的准确度都较差，所以应当仔细挑选，必要时可用两只电阻串联，其中一只选取阻值稍低于计算值的，然后串联上一只数值小的电阻，配成恰当的电阻。也可以将一只稍低于计算值的炭膜电阻，用锉刀的棱角将电阻上原有的槽纹开大一些，使它的阻值增加到恰当的数值。所有的电阻调准工作，可在校准万用表的同时进行。

(六) 校准方法

先将配装好分流器的电表头与标准表校准，使用的电路与图1相同。若各分流器电阻都是经过精确测定的，校准时就无需再调动了。如果电表指针偏低，可以减小与电表串联的电阻 R_0 ；偏高就要增加它的阻值。如果分流器电阻是没有经过精确测定的话，就要先调整分流器中阻值大的电阻 R_{S4} ，使表头回路的灵敏度与计算值 I_M 相同，电流偏高时要把这只电阻阻值减小，反之则加大。若其他分流电阻的阻值都留有富裕时，就会使 I_M

偏高一些，须调准各分流电阻，使 I_M 趋于合适。然后再从较大的电阻逐个调准，并须反复校验，使各档都达到准确。

电压档的校准方法，是将制成的电表与标准表并联，接通适当的电压来进行。当然直流档要用直流电源；交流档要用交流电源。自制电表读数偏大时，要加大倍增器电阻值；读数偏小时则减低倍增器电阻值。校准应当从小档开始进行。

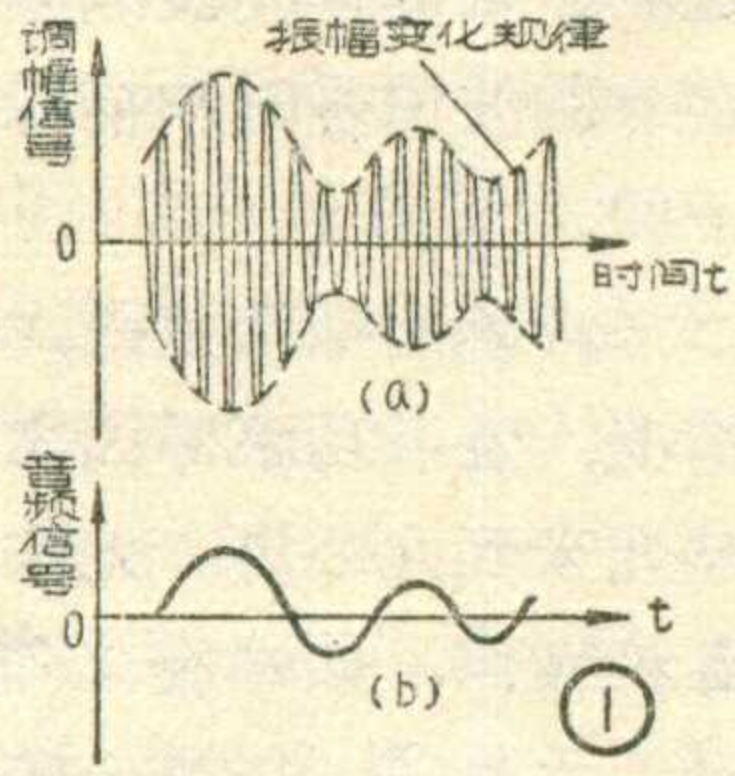
电阻档的校准，要先校准大档，后校准小档。最好用标准电阻进行校试。如果没有标准电阻，也可用经过准确的万用电表校对过的电阻来校试，不过这样误差要大些。校验前要将试笔短接调整零点，然后先用一只与表盘的中心电阻值相同或相近的电阻进行校验。 $R \times 10$ 档可以调节 r_{10} 。如果读数偏大，就要减小 r_{10} ；偏低则要加大。不过在调动之后还要重新调整零点，反复进行多次，才能达到准确。校验 $R \times 1$ 档时，就要调动并联电阻 r_1 。因为它是并联上去的，所以读数偏大时是要加大 r_1 ；偏小时则要减小 r_1 。

关于制作工艺问题，以前有过介绍（见1963年第4期“自制袖珍万用电表”），这里就不多谈了。

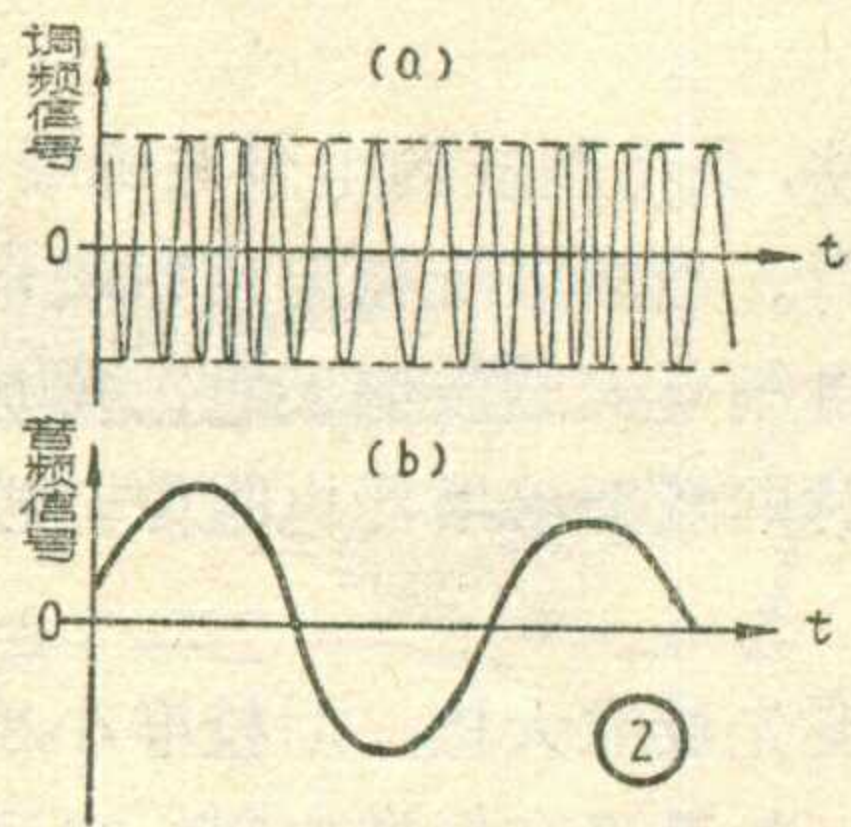
双失諧回路鉴頻器

琳 田

調頻收音机和調幅收音机有很多相同或类似的地方，但是也有不少差别，其中最主要的一个就是如何从高频信号中取出音频信号来。調幅收音机收到的是如图 1 a 所示的調幅信号，这个信号的振幅按音频信号的规律而变化（频率固定不变）。因此在調幅收音机中，都是利用振幅检波器把音频信号从高频信号中检出来（图 1 b）。



調頻收音机收到的是如图 2 a 所示的調頻信号。調頻信号和調幅信号不同，它的振幅是固定不变的，而它的频率却按音频信号的规律而变化。因此，在这种情况下，振幅检波器就不再适用，而需要另外一种检波器，这种检波器必须能把調頻信号的频率变化，变成相应的音频信号，如图 2 b。这种检波器叫做频率检波器，也叫鉴頻器。



鉴頻器的种类很多，有双失諧回路鉴頻器、双耦合回路鉴頻器、比例式鉴頻器等等，本文介绍双失諧回路鉴頻器的工作原理。其他几种，以后再陆续介绍。

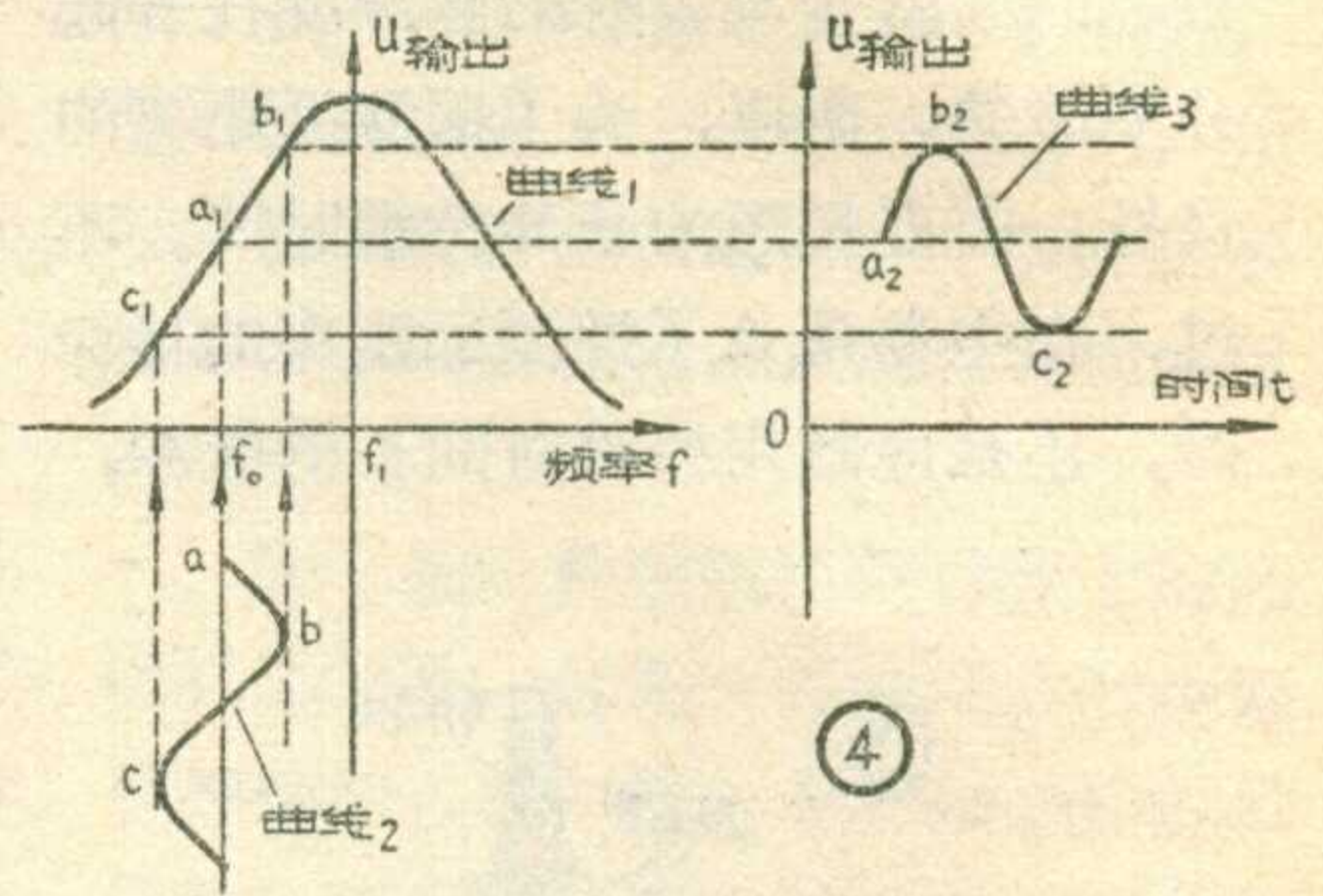
双失諧回路鉴頻器是利用并联諧振回路的諧振特性，把調頻信号变成調頻調幅信号，然后再进行振幅检波而得到音频信号的。首先我们看一看并联諧振回路的諧振特性。图 3 a 是

一个单回路諧振放大器，它的负载是一个并联諧振回路。如果把一个频率不断变化的信号加在这个放大器上，那么，当信号频率等于放大器諧振回路的諧振频率时，回路处于諧振状态，这时，它对信号呈现的阻抗最大，因此放大器的输出电压也最大；当信号频率升高或降低时，回路处于失諧状态，这时它对信号的阻抗减小，因而输出电压也就减小了。失諧越大，输出电压就越小。这种特性可用图 3 b 的曲线来表示，这条曲线叫并联諧振回路的諧振特性曲线，它表示了放大器输出电压的振幅与输入信号的频率之间的关系。

如果放大器输入的是一个調頻信号，而且它的中心频率 f_0 恰好是落在諧振特性曲线一边斜坡的中点上，如图 4 的 a_1 点（适当調节諧振回路就可以做到），那么，当調頻信号的频率按图 4 的曲线 2 变化时，放大器输出电压的振幅就按曲线 3 变化。图 5 画出了放大器输入输出信号的波形，图 5 a 是输入的調頻信号，图 5 b 是输出的又調頻又調幅的高频信号。将这个高频信号进行振幅检波，就可以得到我们所需要的音频信号（图 5 c）。

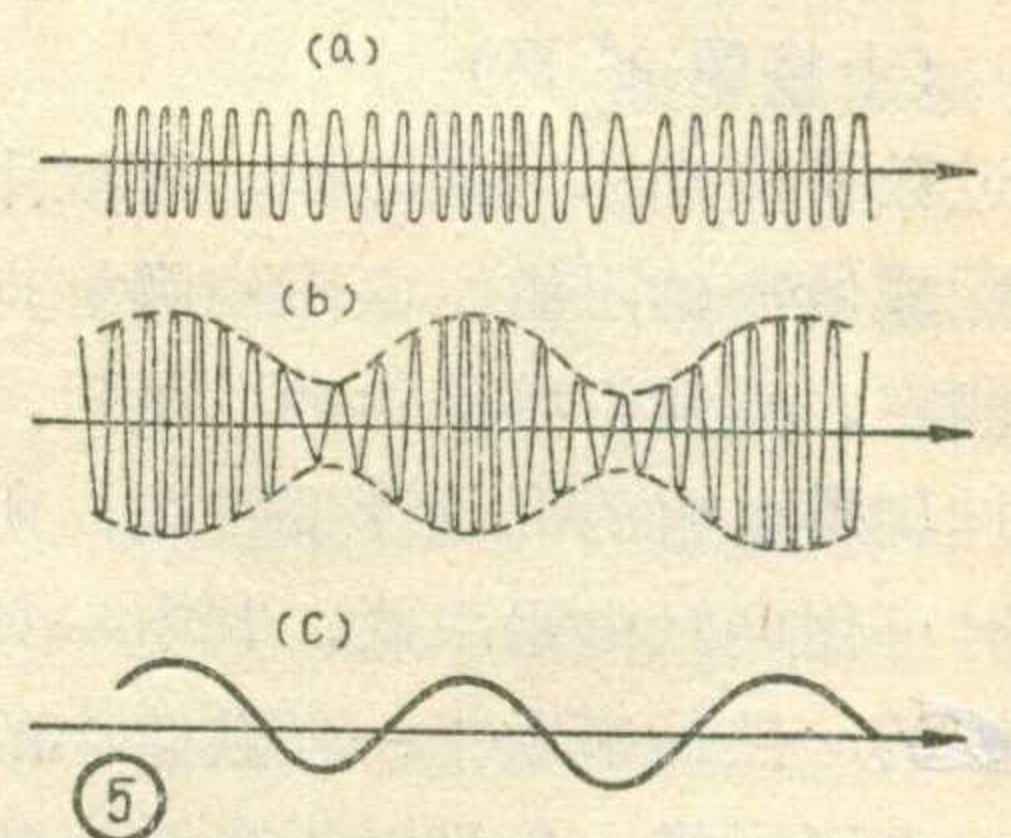
由此可见，如果将单回路諧振放大器和一个普通的振幅检波器合起来，就可以构成一个频率检波器，这种频率检波器叫做斜坡检波器。斜坡检波器工作质量的好坏，主要决定于图 4 中曲线 1 的 $c_1 a_1 b_1$ 部分，如果这部分是一直线，那么输出电压就能无失真地反映原来的音频調制信号；如果这部分的斜率很大（斜坡很陡），那

么在频偏相同的情况下，就能得到較大的输出电压。但是，在一般情况下，难以得到很直、很陡的諧振特性曲线，所以这种频率检波器的非线性失真较大，电压传输系数较小，并且对外界



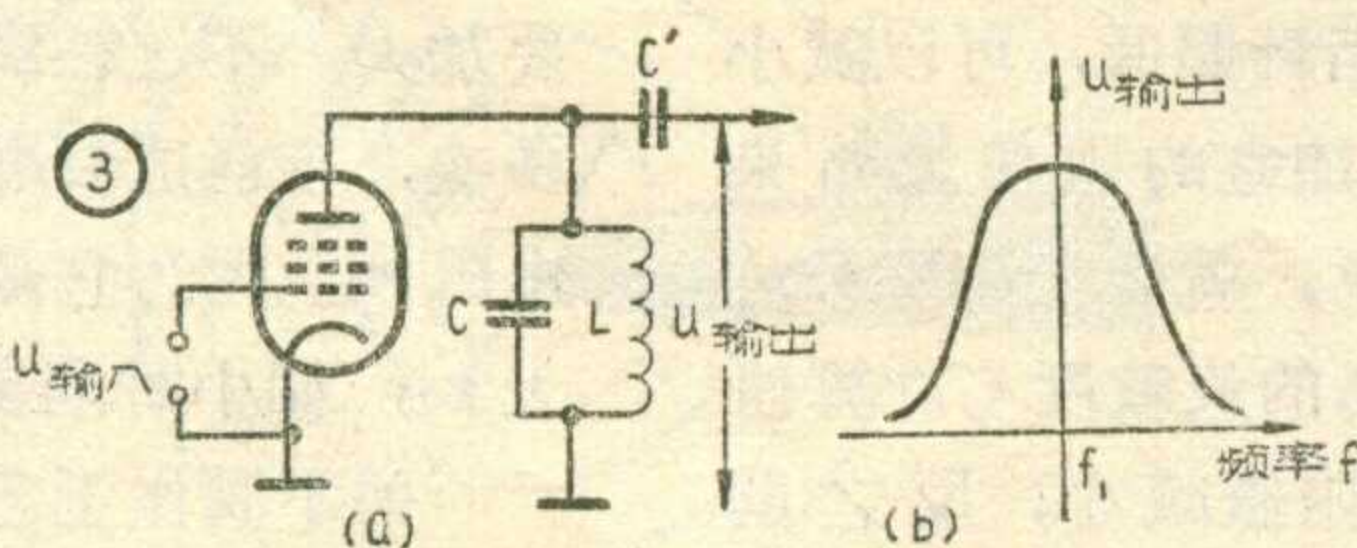
的干扰也很灵敏。但是它的线路很简单，所以还是常常用在簡易的調頻收音机中。

明白了斜坡检波器的工作原理以后，再来讲双失諧回路鉴頻器就很方便了。因为双失諧回路鉴頻器就是由两个斜坡检波器合成的（见图 6），它们的工作过程相同。但是双失諧回路



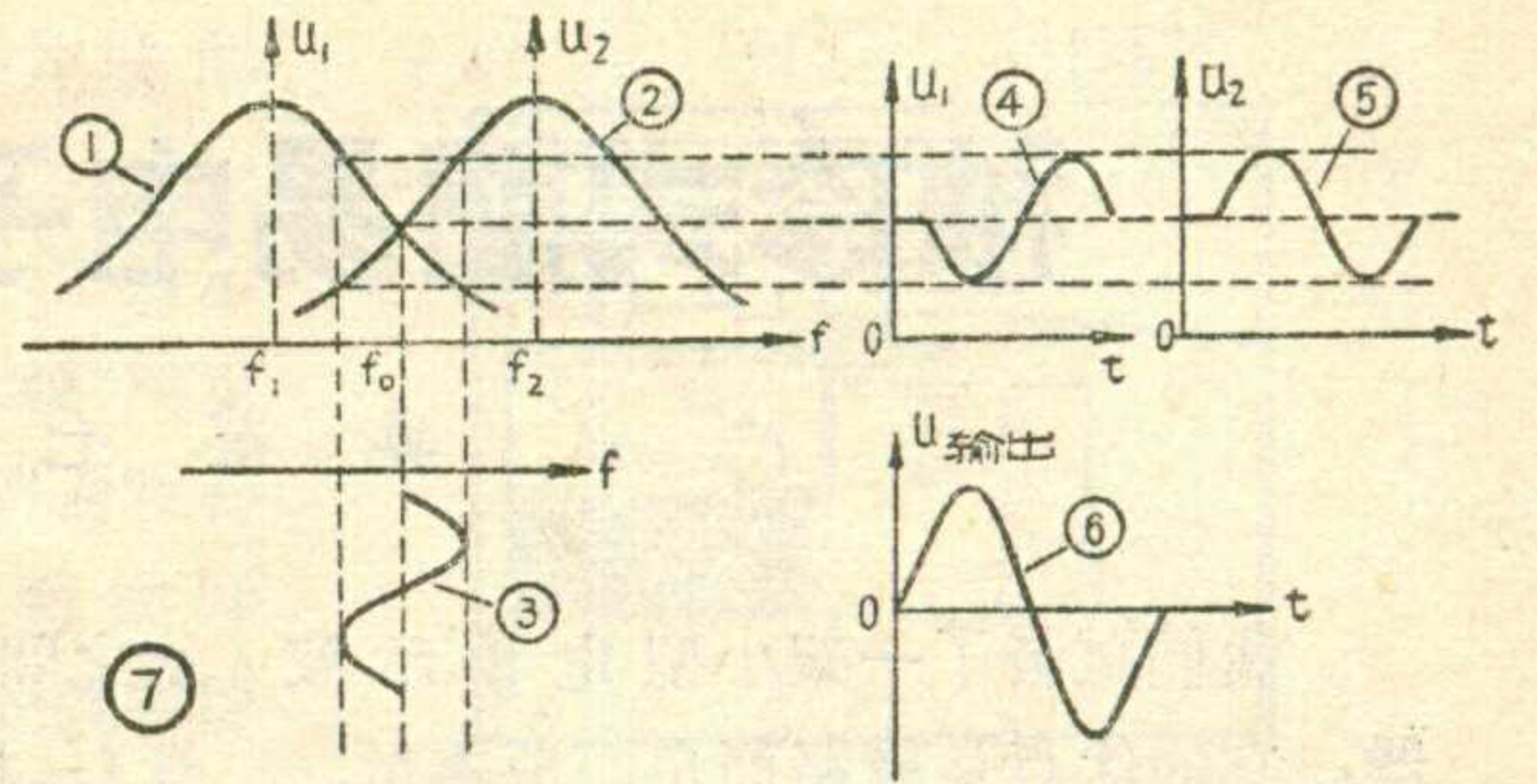
鉴頻器的工作质量比斜坡检波器要好，就是说，在频偏相同的情况下，它的输出电压较大，经过仔细调整后，也能使非线性失真减小。下面进行具体分析。

图 6 中，調頻信号是并联送入两个放大器的栅极的。两个諧振回路 $L_1 C_1$ 和 $L_2 C_2$ 的諧振频率 f_1 和 f_2 ，与調頻信号的中心频率 f_0 成对称失諧，即 $f_2 - f_0 = f_0 - f_1$ （正是这个原因，所以把它叫做双失諧回路鉴頻器），如图 7 的曲



綫①和②所示。当調頻信号的頻率為 f_0 (即沒有被音頻信号調制時), 兩放大器輸出的高頻電壓的振幅相等。但是當頻率偏離 f_0 時, 兩放大器輸出的高頻電壓的振幅就不相等了。頻率由 f_0 向升高的方向偏離時, 放大器 G_2 輸出的高頻電壓振幅增大 (見圖 7 中的曲綫⑤), G_1 輸出的振

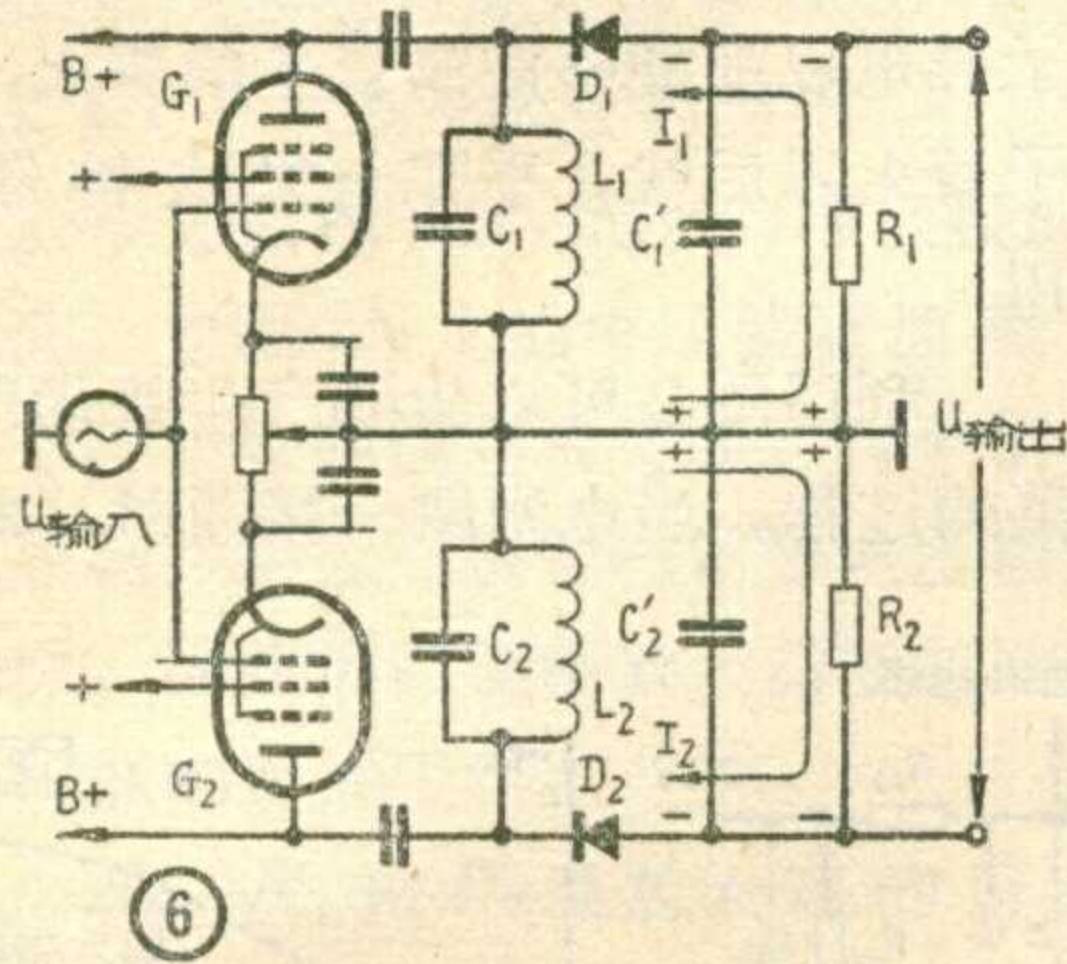
幅減小 (見圖 7 中的曲綫④); 反之, 頻率由 f_0 向降低的方向偏離時, G_2 輸出的振幅減小, G_1 輸出的振幅增大。這兩個高頻電壓再分別經過振幅檢波器 D_1 和 D_2 後, 在負載電阻 R_1 和 R_2 上就會分別得到兩個音頻電壓 (也就是圖 7 中的 U_1 和 U_2)。



壓為 0 。當輸入信号的頻率有偏移時, U_2 和 U_1 就按音頻調制信号的規律而變化, 但是它們的相位相反, 因此這時 $U_2 - U_1$, 實際上就等於 U_2 和 U_1 兩個交流分量互相疊加 (構成了曲綫⑥)。這和推挽放大器的工作原理是相似的。

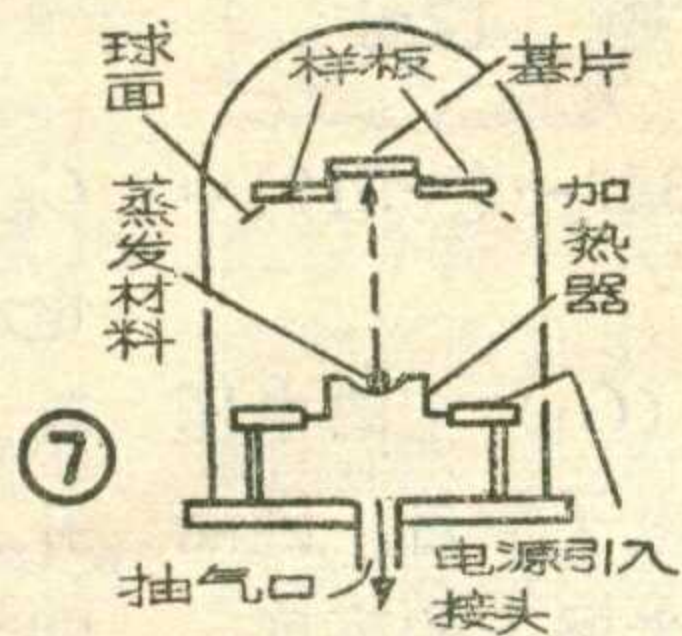
這兩個音頻電壓是怎樣合成輸出電壓的呢? 由圖 6 可見, 兩個檢波器的電流 I_1 和 I_2 是以相反的方向分別流過各自的負載電阻 R_1 和 R_2 的, 因此 R_1 和 R_2 上的電壓 U_1 和 U_2 極性相反, 總的輸出電壓等於 U_2 和 U_1 之差, 即 $U_{輸出} = U_2 - U_1$ 。由前面的分析可知, 當輸入信号頻率為 f_0 時, $U_2 = U_1$ (均為直流電壓), 所以這時輸出的電

壓較大。

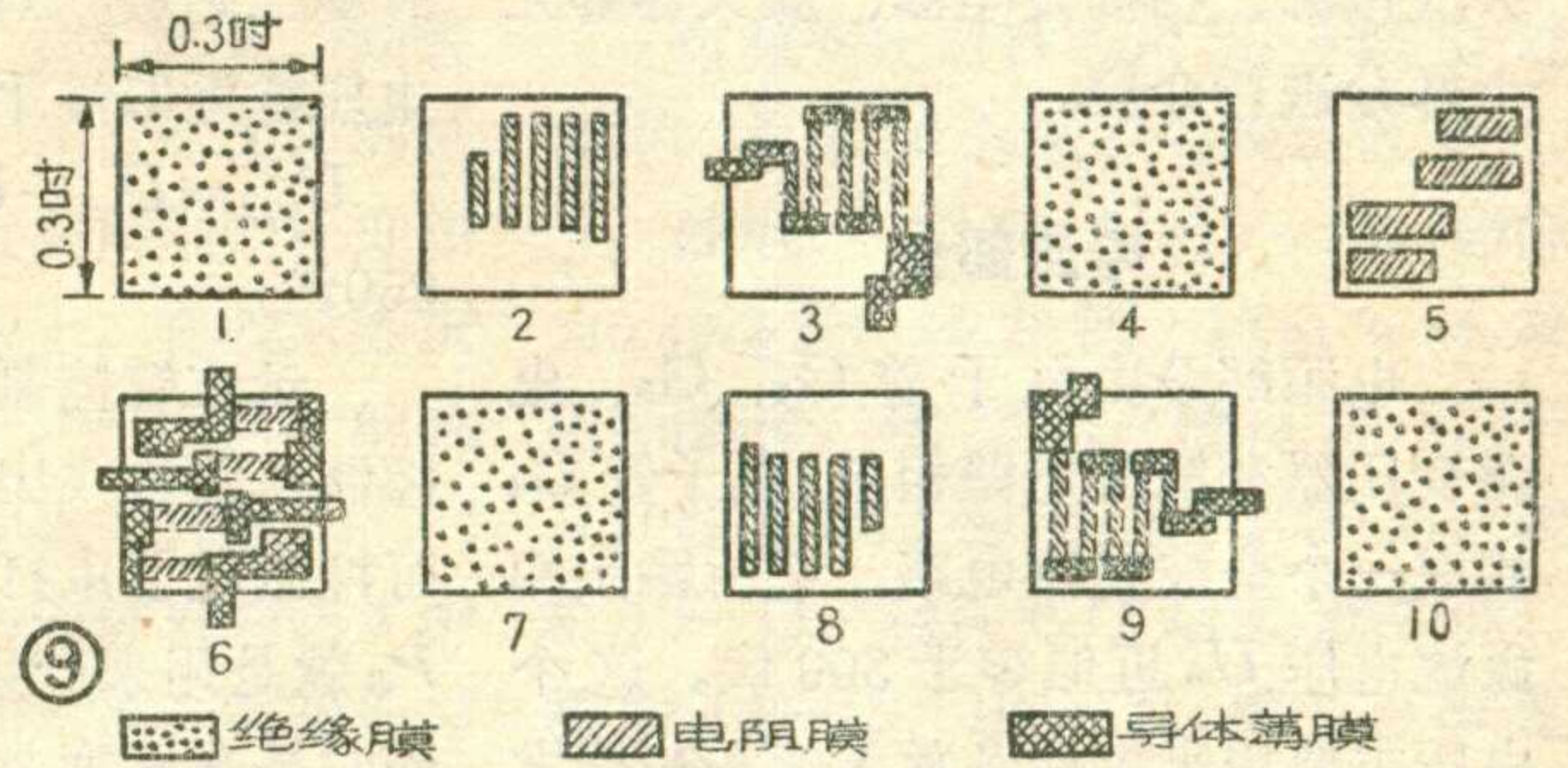


(上接第 3 頁)

在製造微型薄膜電路時主要是採用真空蒸發技術。圖 7 示出真空蒸發的原理圖。蒸發材料放在抽空至 1×10^{-4} 到 1×10^{-5} 毫米水銀柱的鐘形罩底部, 基片放在它的上方, 加熱器通以電流加熱, 使蒸發材料汽化, 形成的分子狀態的小顆粒向外飛散。由於基片上蓋着具有所需圖案的樣板, 因此在基片上便沉澱上一層蒸發材料的薄膜。為使薄膜的厚度均勻, 基片應放在圖中虛綫所示的球面的位置。



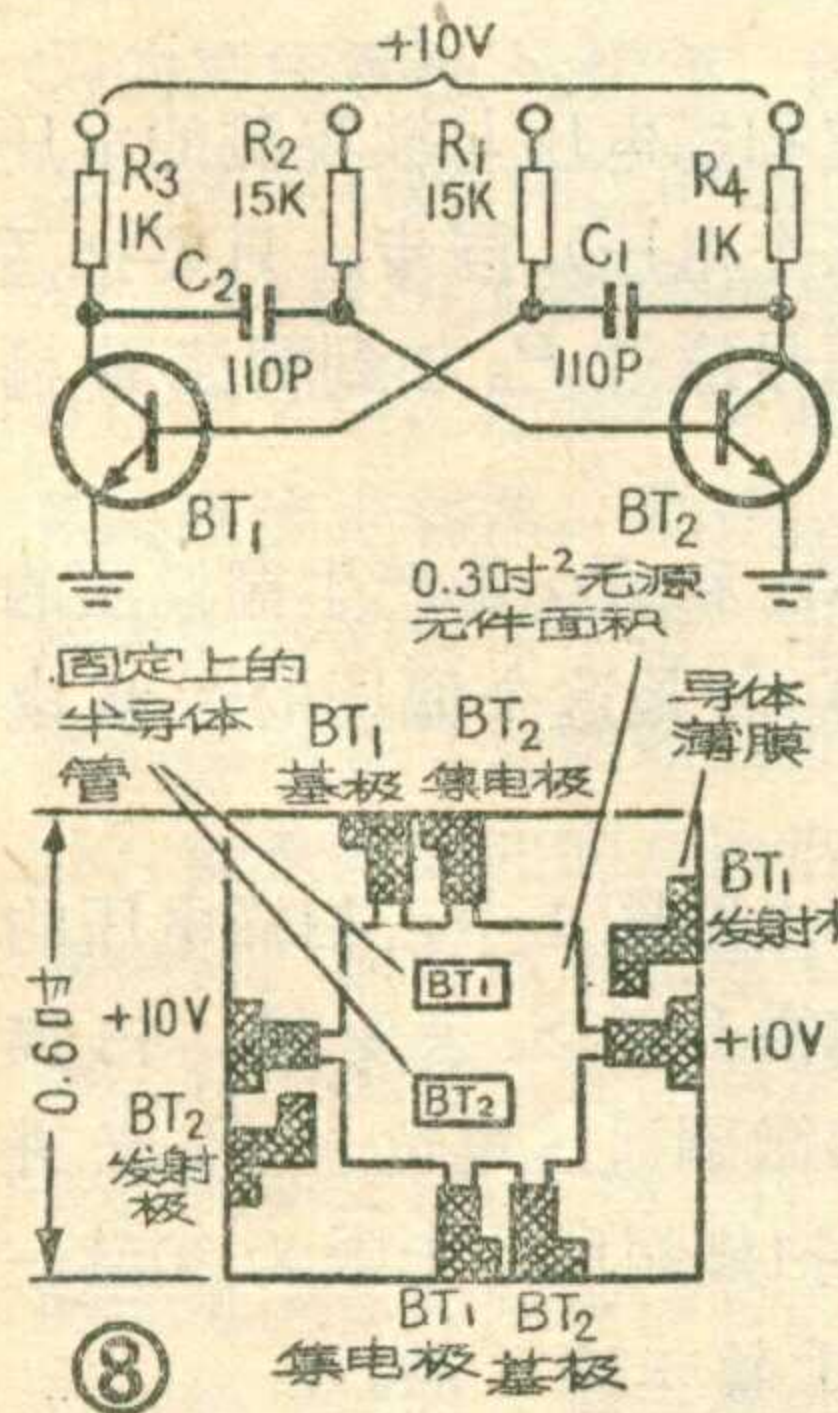
現在來講一下用這種方法製造多諧振蕩器的過程。圖 8 是多諧振蕩器的電路及製成後的結構, 圖 9 是它的十個製作過程。



先用玻璃或陶瓷薄片做成 0.3×0.3 吋² 的基片, 再作適當處理以提高薄膜與基片間的附着力。製造過程的

第一步是蒸發上一層氧化硅絕緣膜, 作為電路襯底, 厚度約為 $10,000 \text{ \AA}$ 。第二步是用鎳鉻合金蒸發上電阻薄膜 R_2 , 厚度約為 150 \AA 。第三步用鋁蒸發得到導電薄膜, 用以連接各段電阻薄膜; 電容器 C_2 的一個極片也是用鋁蒸發得出的。第四步是蒸發一層氧化硅作為層間絕緣, 它又是電容器 C_2 的介質層。第五步是蒸發鎳鉻合金的 R_3 、 R_4 電阻薄膜。第

六步是蒸發連接 R_3 、 R_4 的導電薄膜, 並且在相應位置分別蒸發上電容器 C_1 和 C_2 的一個極片。第七步是蒸發一層作為層間絕緣和電容器 C_1 介質的一氧化硅薄膜。第八步是在所需位置上蒸發鎳鉻合金的 R_1 電阻薄膜。第九步是用鋁蒸發一層導電的連接薄膜, 用來連接 R_1 , 並在相應位置蒸發上電容 C_1 的另一個極片。第十步是再用一氧化硅蒸發得到電路的保護膜。用這種方法所達到的裝配密度可高達 2.5×10^6 件/吋³ 以上。一個擁有 389 個半導體三極管、832 個二極管、1660 個電阻以及 557 個電容器的數字計算機, 所占體積僅為 17 吋³。



微型電路的進一步發展是採用固體電路。所謂固體電路就是以單晶半導體薄片作為基板, 利用製造半導體器件時使用的擴散、氧化物掩蔽、淀積等技術, 在半導體基板上按我們的需要, 製成電阻、電容和半導體管, 結果成為具有某一電路功能的一整塊固體。這時, 各元件在結構上和電性能上都緊密結合在一起, 不能分離。因此, 其中的電阻、電容已不是傳統的形狀了。

關於固體電路的詳細情況, 限於篇幅, 這裡不再介紹了。

(煥良 編譯)

袖珍式簡易电子示波器

吳 葆 仁

我們試裝了一架小型电子示波器，它的优点是綫路簡單、成本低、体积小、重量輕、便于搬动和携带。

仪器的外形尺寸为 125×185×220mm，和一只普通便携式电表差不多。示波器采用屏幕直徑为 5.3 厘米的小型电子射綫管 5S J38，另外再用 5 只电子管和其他一些无綫电元件。仪器的灵敏度略低一些，約为 6mm/v，但用在一般修理部門已能滿足要求。当需要观测微弱信号电压时，可外加一級前置放大器。

全机电路如图 1 所示，下面我們分成电源、扫描发生器、放大器等几个部分进行介紹。

电源部分

电源部分由电子管 G₄、G₅、电源变压器和滤波电路組成。电子管 G₄ 构成一个全波整流电路，它所输出的直流电压 U_n 近似等于 300 伏。这个电压主要用来供給各放大管和扫描发生器所需要的屏压。示波管 G₆ 中的 a₁ 和 a₂ 是使电子束聚焦和加速的第一阳极和第二阳极。第二阳极 a₂ 相对于阴极 K 的电压应在 800—1000

伏之間。为了得到这个电压，用电子管 G₅ 构成了一个負高压整流器。G₅ 接成半波整流电路，被整流的交流电压由变压器次級繞組的接头 8—11 引出，这个交流电压的有效值为 280+120=400 伏，經整流和滤波后，所输出的直流負压 U_n 近似等于 -510 伏。在 G₄ 构成的正高压整流器中，从电阻 R₁₅ 之前引出一个正高压，經過 R₁₉ 和 C₁₄ 滤波后，所得到的电压 U_m 近似等于 340 伏，这个电压加在第二阳极上，因此这时第二阳极相对于阴极的电压就近似等于：

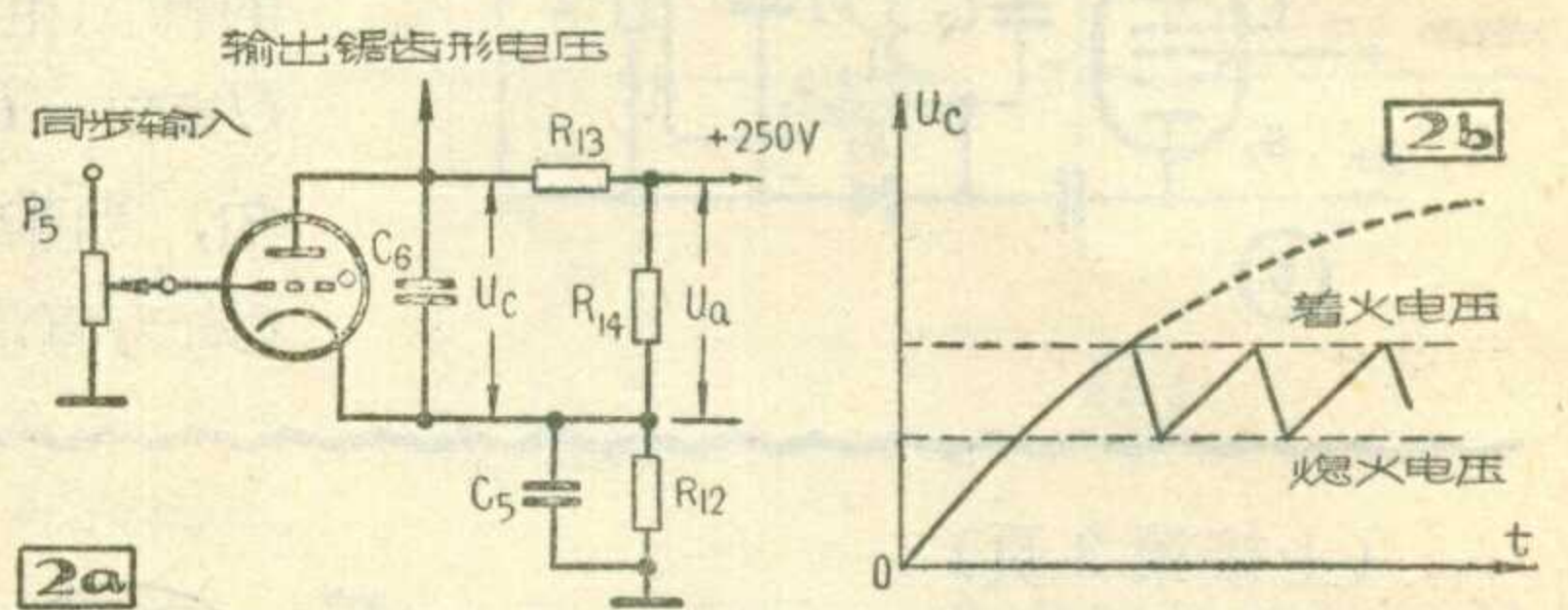
$$U_{mn} = U_m - U_n = 340 - (-510) = 850 \text{ 伏。}$$

示波管控制栅极 (G₁) 上的电压控制从阴极飞出来的电子数目，因而可控制电子束打到荧光屏上的亮度。P₈ 就是用来产生栅偏压的电阻，因而它是亮度調节旋鈕。R₁₈ 是控制栅极的栅漏电阻。第一阳极 a₁ 的电压从电位器 P₇ 上取得。由于改变 a₁ 的电压，可以調节电子束的聚焦，因此 P₇ 是聚焦調节旋鈕。

扫描发生器

产生锯齿形电压的扫描发生器由閘流管 G₃ 构成。我們知道，閘流管在固定栅压下，必須使屏压达到一定数值 (着火电压) 才突然导电 (着火)；导电以后，又必須使屏压低于一定数值 (熄灭电压)，管子才停止导电 (熄灭)；它的栅极电压只在管子导电以前能够控制管子的着火，管子着火以后就几乎完全失去控制作用。

利用图 2 可以說明产生锯齿形振荡的过程。当电源刚一接通时，电容

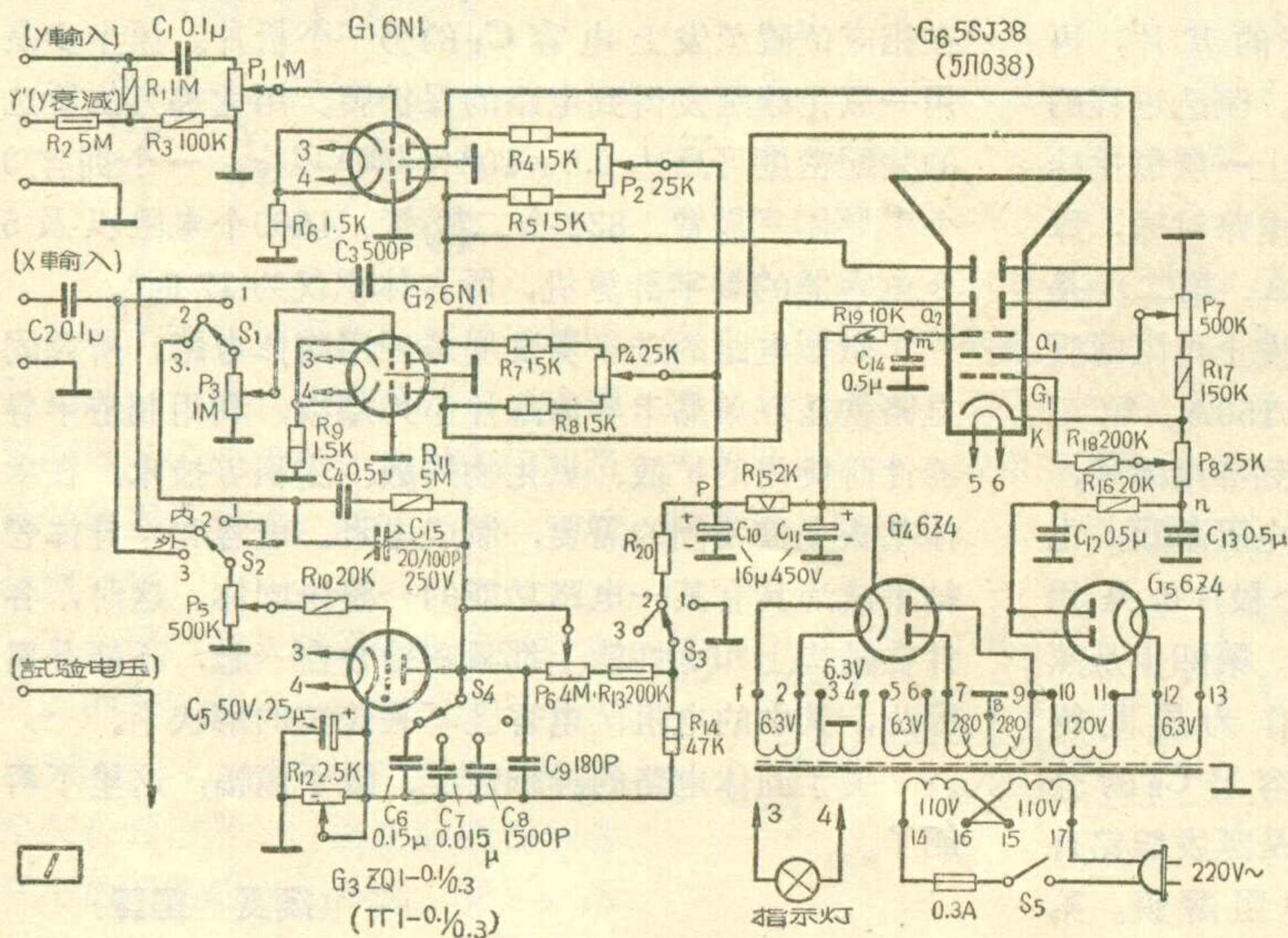


C₆ 两端的电压 U_c 不能立刻上升到电源电压 U_a，U_c 将沿着由時間常数 R₁₃·C₆ 所决定的一条指数曲綫上升。但是，由于电容两端并联着一个閘流管，因此当电压 U_c 上升到閘流管的着火电压时，閘流管便突然着火，于是电容 C₆ 中的电荷就通过閘流管迅速放掉，同时电压 U_c 也迅速降低，直到 U_c 等于閘流管的熄灭电压为止。这时电容 C₆ 又开始通过 R₁₃ 充电。此后就不断地重复上面的过程。当充放电時間常数远大于锯齿形电压的周期时，指数曲綫的上升部分就近似于直綫，于是便可得到良好的锯齿形电压。

为了使扫描电压与被观测的电压 (或其他某个电压) 同步，只要把适当的同步信号通过 P₅ 加到閘流管栅极即可。

电阻 R₁₂ 和 R₁₄ 是产生栅偏压的电路，电容 C₅ 是这个偏压的旁路电容。

在实际电路图 1 中，扫描电压的频段可用轉換开关 S₄ 来变换。扫描电压频率的微調通过电位器 P₆ 来进行。仪器各扫描频段的上限为 20 赫—200 赫—2 千赫—20 千赫。



放大器

垂直偏轉放大器由双三极管 G_1 构成。信号由接綫柱〔y 輸入〕經隔直流电容器 C_1 輸至調节 y 軸增益的电位器 P_1 ，然后再加到上半边三极管的柵极上去。 R_6 是阴极自給偏压电阻，由于沒有旁路电容，因而它两端的电压也随着輸入信号相应地变化。 G_1 下半边三极管的阴极，与上半边三极管接在一起，而它的柵极接地。因此，电阻 R_6 上的电压就被加到下半边三极管的柵阴极之間。这个信号电压与上半边三极管的信号电压相位相反，因此垂直偏轉放大器能按推挽放大器的工作方式。

R_4 、 R_5 和 P_2 是放大管的屏极負載电阻，改变滑鍵在 P_2 上的位置，可以調节图形在垂直方向上的位置。如果輸入的信号电压很大，例如峰一峰值超过 100 伏，則信号应由接綫柱 y' (衰减器) 輸入。衰减器的衰减比是 100。

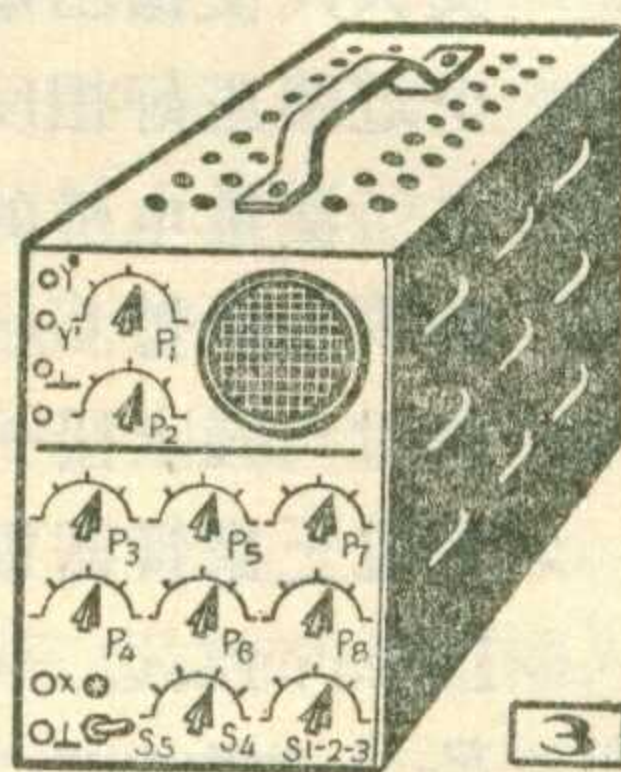
水平偏轉放大器由双三极管 G_2 构成，其工作原理与垂直偏轉放大器相同。其中 P_3 可以調节图形的水平幅度， P_4 可以調节图形的水平位置。

三刀三擲开关 S_1 — S_2 — S_3 兼作水平信号及同步信号选择之用。当开关打在位置 1 时，扫描发生器 G_3 的屏压被 S_3 切断，因而 G_3 停止工作。輸入 G_3 的同步信号也被 S_2 切断。 G_2 的柵极經 S_1 与接綫柱〔x 輸入〕接通，这时可利用示波器測量頻率（利用李沙育图形）。当开关打在位置 2 或 3 时， G_3 的屏压都被 S_3 接通，因而正常工作。这时 G_3 所輸出的锯齿电压，經 R_{11} 、 C_4 和 S_1 加到 G_2 的柵极，将这个电压放大后，加到水平偏轉板上。 C_4 是隔直流电容器， R_{11} 用以減輕对扫描发生器的負荷作用。电容 C_{15} 是高频补偿电容（补偿锯齿波的高频成分），如果锯齿波的左边沿和右边沿不够正常，則可通过調节 C_{15} 而得到改善。开关 S_2 用以选择同步信号，当开关打在第二位置“內”时，就是用被观测的电压作为同步信号。开关打在第三位置“外”时， S_2 就接到接綫柱〔x 輸

入〕上面。这时就可以把需要外加的同步信号接到〔x 輸入〕接綫柱上。

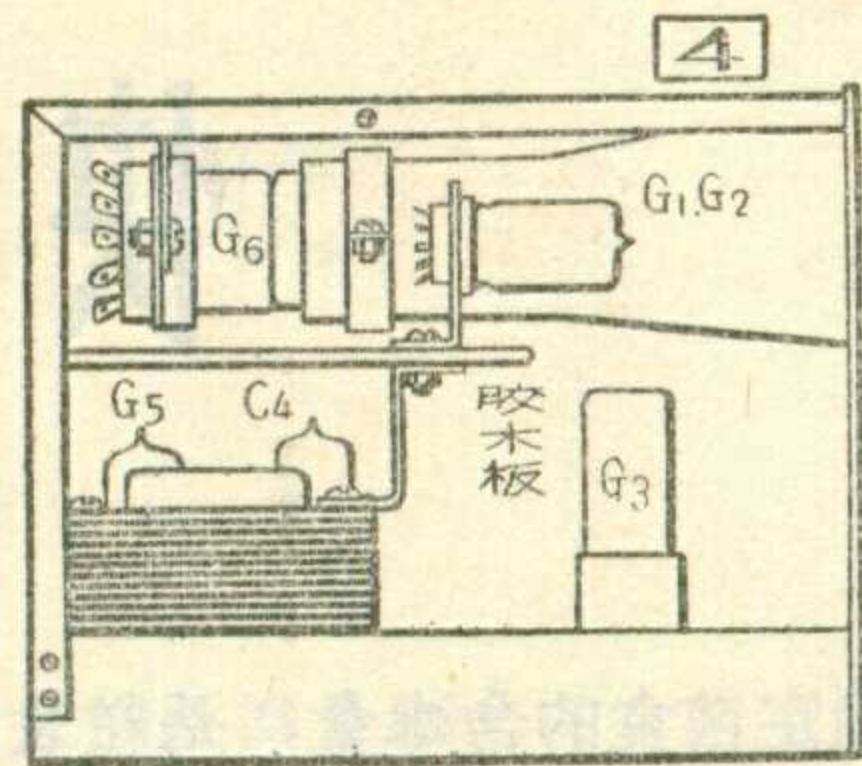
还有一个問題需要說明：普通示波器在同步选择器上都有“电源”同步这一档，我們为了爭取利用普通收音机用的小型三波段开关作为轉換开关，以縮小仪器的体积，因此就省掉了这一档。如果需要用到电源同步，可以把开关撥到“外”同步，然后把灯絲电压經适当降压后（即試驗电压）接到 x 輸入端即可。

安装与調整



仪器的外形和各調节旋鈕在面板上的布置如图 3 所示。机壳用铁皮做成，面板尺寸为 125×185 毫米。面板用富有光泽的黑色胶木板制成，各旋鈕周围的标度和注字都直接刻在面板上。在胶木面板的后面，还要配上一块同样尺寸的铁皮面板，以完成电和磁的屏蔽。

主要元件在机內的排列如图 4 所示。电源变压器要尽量放在机箱最后部分的最低位置，以减小对示波管的



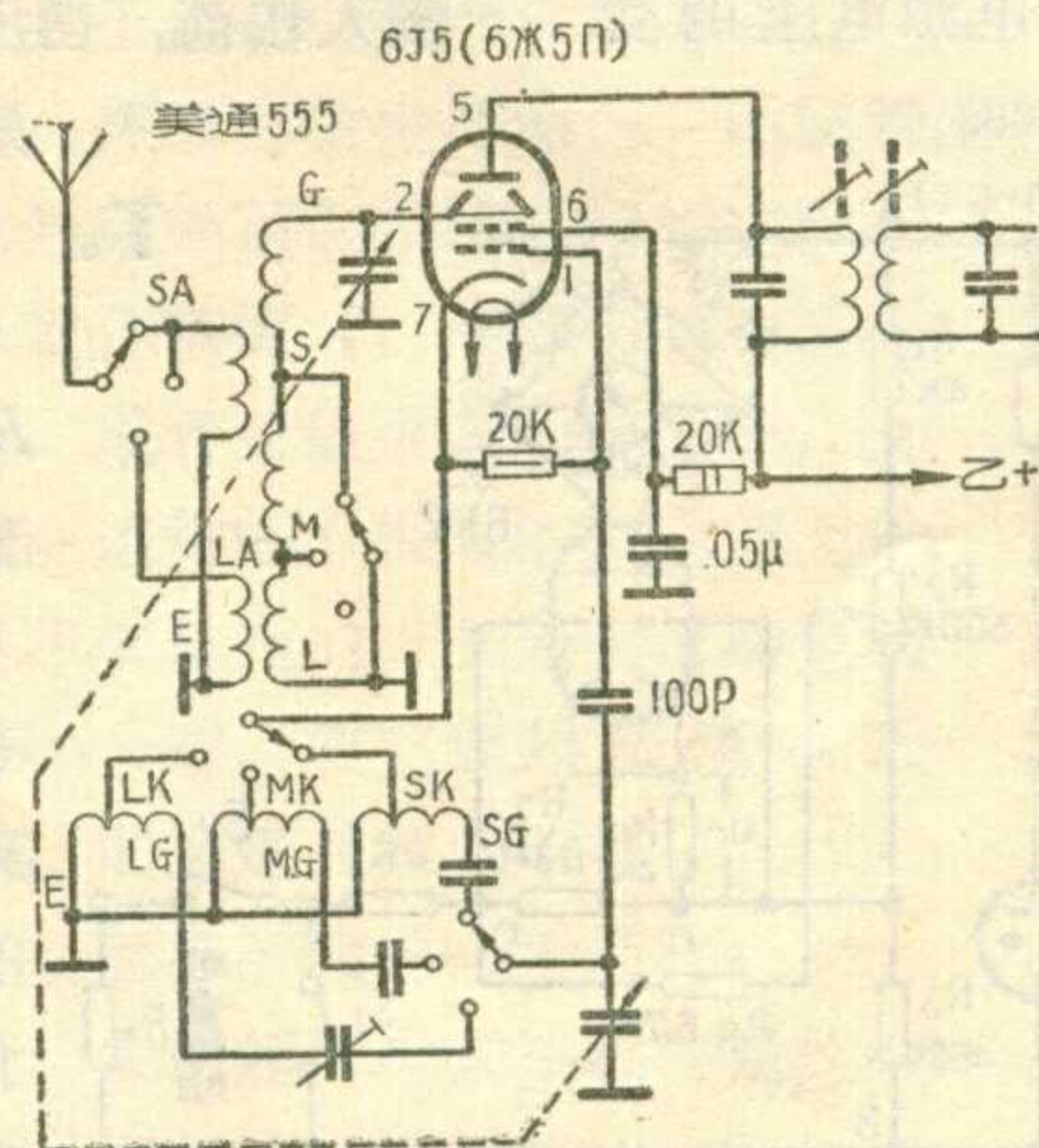
干扰。放大管 G_1 和 G_2 要装在专门做的小支架上，使它到各电位器和示波管的接綫縮短。示波管应加专门的铁质屏蔽罩。調整的时候可将 y 輸入接到試驗电压，将轉換开关 S_2 放到內同步，将扫描频段放到 20 赫这一档，再适当調节其他各旋鈕，即可得到一个稳定的正弦波形。这时再仔細調节 R_{12} ，以使波形均匀，然后就把 R_{12} 固定在这个位置。降压电阻 R_{20} 可取 $8K$ ($1w$)。加大这个电阻会使扫描频段普遍下降，因此对它要作适当选择。

电源变压器铁心用 E1—45 型硅鋼片，叠厚 30 毫米。各繞組数据如下：繞組 1—2、5—6、12—13，綫徑为 0.49 毫米，繞 22 匝。繞組 3—4，綫徑 0.9 毫米，繞 22 匝。繞組 7—8、8—9，綫徑 0.12 毫米，繞 1000 匝。繞組 10—11，綫徑 0.12 毫米，繞 425 匝。繞組 14—15、16—17，綫徑 0.31 毫米，繞 365 匝。

视频前置放大（參見 1959 年第 2 期介紹）。在变通使用时，它也可以用在普通广播收音机里作为变频管使用。

6J5 用作变频管

6J5 (6Ж5П) 型电子管是一种具有五极管特性的高频銳截止四极管，主要用作高频寬頻带电压放大或



例如本刊 1964 年第 8 期“六灯超外差收音机的实验”一文的变频电路，按照本文附图接法，用一只 6J5 可以代替原来由两只 6J3 构成的混频电路。在一般超外差收音机里，如果变频管 6A2 坏了，也可以临时用它担任变频，只要将原 6A2 管座的第 2 和第 7 脚接綫互換，可以直接插上代替 6A2，微調一下第一級中頻变压器的初級調諧回路，就可以像 6A2 一样的使用。不过 6J5 是銳截止式电子管，它不能加接自动增益控制，变频增益也小些。

(程培其)

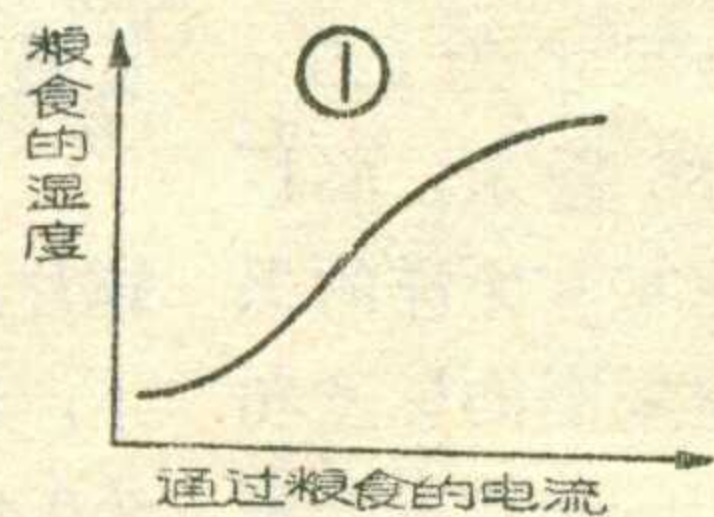
快速粮食湿度测定器

韩章乔

测定粮食的含水量，是粮食保管工作中一项很重要的工作。如果只靠经验来估计粮食的含水量，是不够准确的，而采用秤量、烘干、计算等方法进行测量，操作又太复杂，所需时间也比较长。我们试制了一架“快速粮食湿度测定器”，结构较简单，使用起来也比较方便，测量误差一般不超过±0.5%。下面我们把它介绍出来，供大家参考。

工作原理

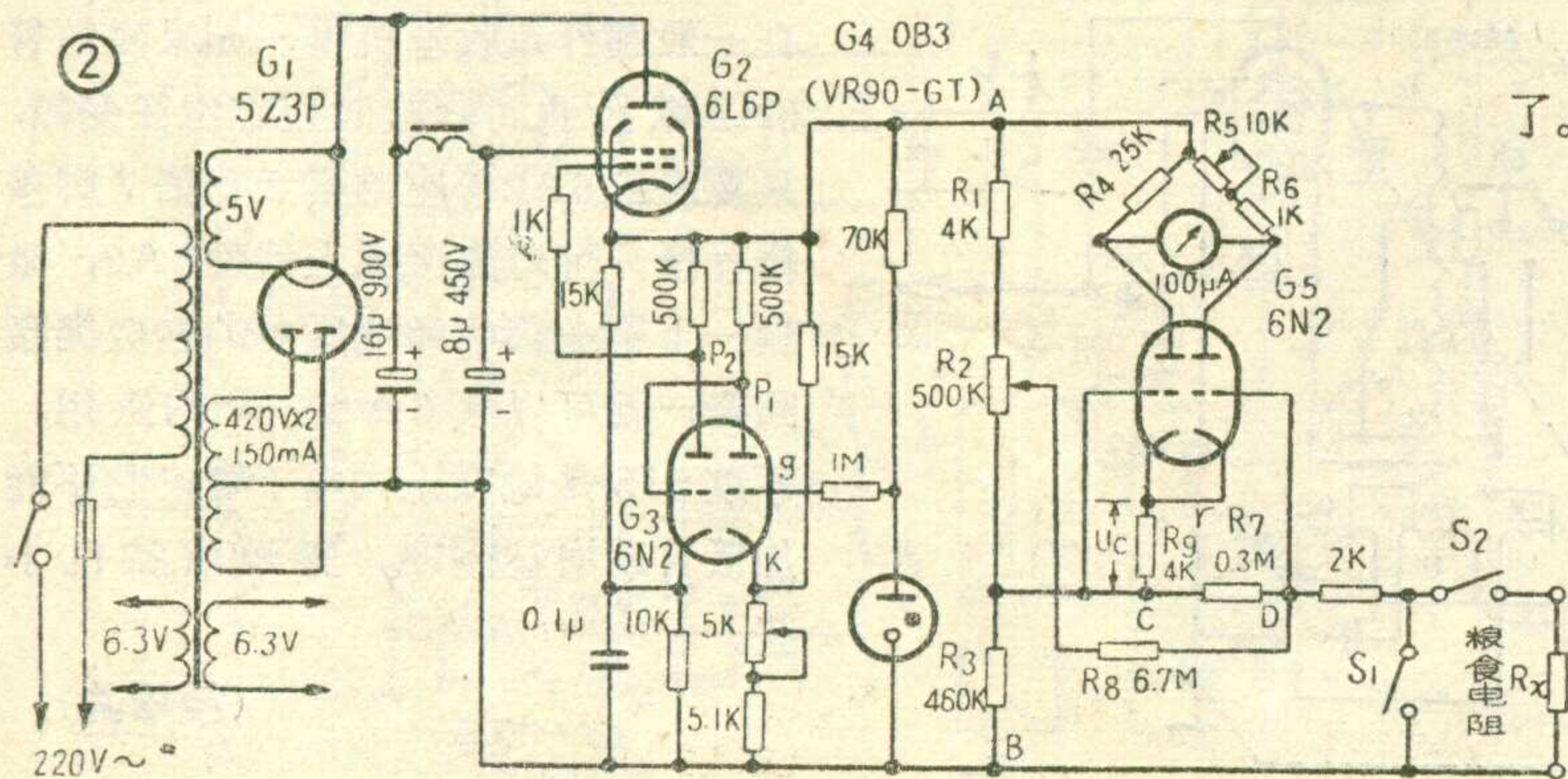
如果我们在一个粮筒里装满粮食，再给这些粮食加上一个固定的电压，那么由欧姆定律可知，流过粮食的电流和粮食的电阻成反比。通过粮食的电流越大，说明粮食的电阻越小。而粮食的电阻，与粮食的湿度有一定关系，一般说来，湿度越大，粮食的电阻就越小。根据这种关系，我们就可以求出通过不同湿度的粮食的电流，并根据湿度和电流的关系绘制出一条电流——湿度关系曲线，如图1所示（绘曲线时，可采用秤量、烘干、计算的方法确定粮食的湿度）。以后实际进行测量时，只要求出通过粮食的电流，就可以从曲线上查出相应的湿度了。



由于各种粮食的电阻与它本身的性质、结构有关，所以对不同品种的粮食应分别进行测量，绘出不同的电流——湿度关系曲线。

电 路

快速粮食湿度测定器的电路如图2所示。它是由电源和测量电桥两部分构成的。在电源部分中，220伏交流市电经电源变压器和整流管G1以后，加到调整管G2和控制管G3上。调整管可以随着负载或电源电压的变



动，自动改变内阻，因而可以改变它本身的电压降，使输出电压稳定。例如，当输出端（图2中A、B两点）电压升高时，控制管G3左边三极管部分的阴极（K点）电压将相应升高，而它的栅极（g点）由于通过1M电阻接到稳压管G4上，所以电压保持不变。这就减小了G3左边三极管的屏流，使P1点电位升高，P2点电位降低，因此调整管G2的内阻变大，它本身的电压降也变大，使输出电压恢复正常。当输出端电压降低时，这个过程正好相反。

测量电桥的四个臂分别用电阻R4、R6、电位器R5和双三极管G5的两个三极管部分的内阻构成。在电桥的对角线上接一个100微安的直流电流表。电子管G5左边三极管栅极上的负电压Uc决定于电阻R9上的电压降；而右边三极管栅极上的负电压则决定于电阻R9和R7上的电压降之和。C点电位基本上是不变的（因为C点接在分压电阻R3上），但调节电位器R2可以改变D点电位。当开关S1和S2均打开时，可适当调整R2，使D点电位高于C点，这时电桥可达到平衡，电表指针指零。当开关S1闭合以后，电桥的平衡被破坏，这时可适当调整R5，使电表指针指最大。把开关S1打开，S2闭合，即接上粮食电阻以后，则电表指针将根据粮食湿度的不同而指出一个相应的电流数值来。

使用说明

使用时先接好电源，使仪器预热几分钟。然后调整R2，使指针指零，再按下开关S1，使指针指最大读数，如不能达到，可适当调整R5。这样反复调整几次，一直到打开S1，指针指零，闭合S1，指针指100μA为止。这时把空粮筒装好，闭合S2（注意测量时S1是打开的），测出未装粮食时的电流读数，并记下来。然后再把粮食倒入粮筒，得出另一个电流读数。根据两电流读数之差，再去查曲线，就可求出粮食的湿度了。

这个仪器的量程还不够宽。可以将R7改为阻值不同的一组电阻，用转换开关改变阻值，这样可以扩大量程。

最后要说明一下，本仪器测量结果还不够十分精确，特别是绘制曲线的条件和实际测量条件不同时，将会引起较大的误差。仪器一次使用时间不能过长，否则由于温度过高，也会引起误差。这些都是有待于和大家共同研究改进的地方。

超再生式接收

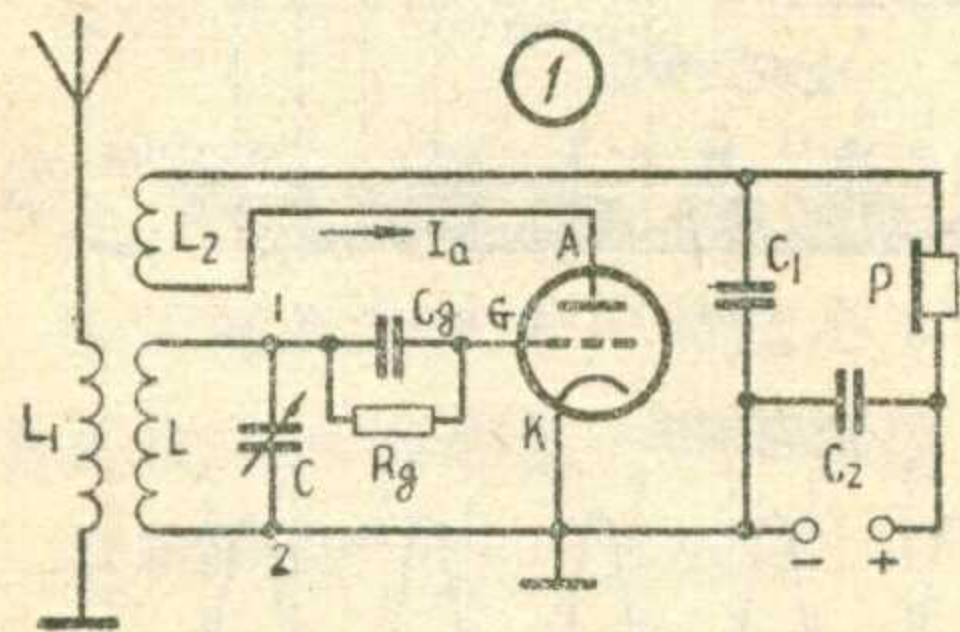
徐 疾

在早期的电子管收音机中，再生式电路曾因为具有比较高的灵敏度而成为主要的一种接收无线电信号的方法。后来，又有比它灵敏度更高的超再生式电路出现，使当时体积笨重、讲究天线装置的收音机可以改进为便携式收音机，给无线电爱好者带来不少方便。虽然在超外差式电路盛行的时候这两种电路用得较少，但当广播频率进入超短波之后，超再生式电路由于能够以简单的装置收听超短波调频广播，又再度引起无线电爱好者的兴趣；此外，超再生式接收电路在无线电遥控航模等一般简单的无线电遥控装置中应用也很广泛。这里我们打算谈一下超再生式接收方法的工作原理。

一、从再生式接收法谈起

超再生式接收法是由再生式接收法发展而来的，为了便于大家了解，我们从再生式接收谈起。

图1是一种最简单的再生式接收



电路。外来信号的高频电流流过天线线圈 L_1 时，在 LC 谐振回路内就感应出信号电动势。如果把谐振回路调谐到与外来信号的频率相同时，那末 LC 回路中就得到最大的感应电动势。这一电动势所形成的电流在回路1、2两端产生了电压降，它的一端通过对高频阻力很小的 C_g 输入到电子管的栅极 G ，另一端加到电子管阴极 K 。 G 、 K 之间形成一个二极管，把高频信号检波，检波后得到的音频信号被电子管放大后流过负载（耳机 P ），便得到了

输出信号。

加到 G 、 K 之间的高频信号不但被检波，同时也被电子管放大，放大后的高频电流流过线圈 L_2 ，便通过 L_2 和 L 之间的电磁感应把放大的高频信号又回送到了输入端。这种反馈到输入端的电动势和输入信号电动势相位一致时就形成了所谓正反馈，一般叫这种作用为“再生”。正反馈的结果，由于把放大了很多倍的高频信号迭加到输入端，加强了输入信号。不但如此，这个加强了输入信号继续送给电子管放大，放大后又大了很多，又再回送到输入端，如此反复进行的结果，使高频信号大大加强，当然检波后的音频信号也加强了，从而大大提高了接收机的灵敏度。所以有再生的电路具有很高的放大能力。

上述这种再生过程进行是极为迅速的，如果对反馈量不加以控制，高频信号很快就增长到很大，以致使电路内产生自激振荡，一般使用中调节再生的收音机发生啸叫声就是这个原因。显然，发生振荡以后，将破坏信号的正常接收。但如果控制反馈量，只让一定限度内的高频信号反馈到输入端，将不致引起振荡，而信号却能得到加强，再生式收音机就是在这种方式下工作的。一般是用电位器或可变电容器控制反馈高频电流的大小，使它工作在即将产生振荡的临界点上。然而由于电源电压、电路调谐或信号频率稍有变动，这种工作状态就会被破坏，或者引起自激振荡，或者灵敏度会急剧减低，所以在这种临界振荡的状态下工作是不够稳定的。如果把反馈量调得小一些，使它离开振荡点远些，则又嫌灵敏度不够了。

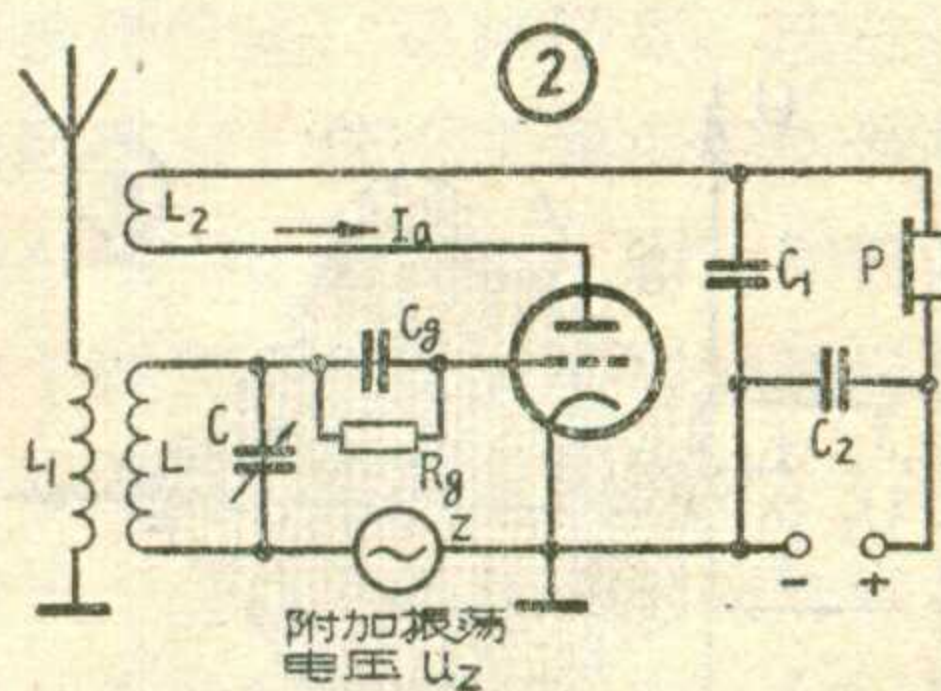
怎样解决这一矛盾呢？

采用超再生式接收法是比较简单有效的。在超再生式电路

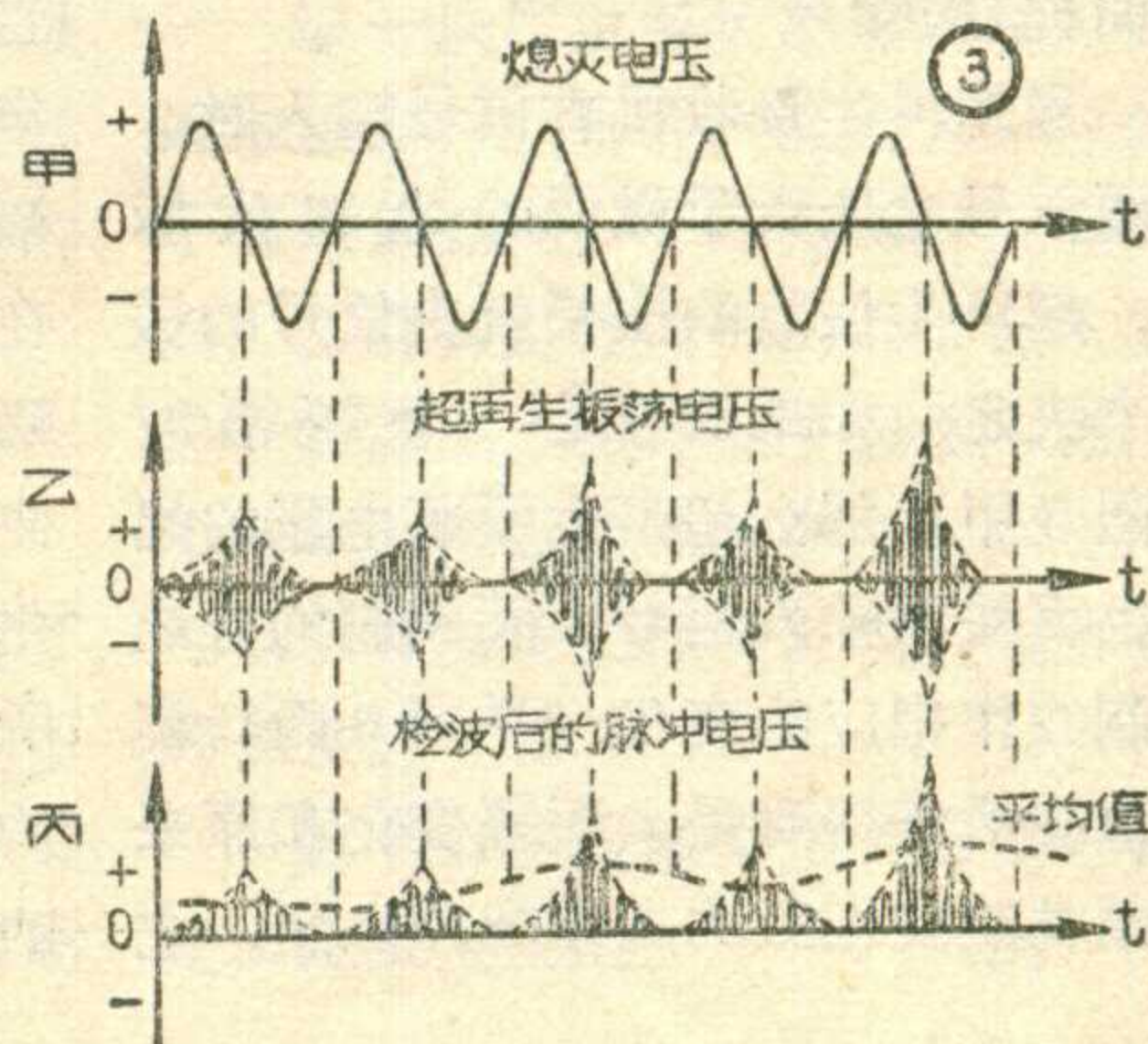
中，是将反馈量调节在有自激振荡的工作状态，但另外又采取措施破坏这种振荡，使它只能断续存在。这种断续出现的振荡不致破坏信号的正常接收，但于是在反馈量最大的工作状态下接收信号，因而使接收机有极高的灵敏度。这就是超再生接收方法的基本原理。换句话说，超再生式接收也就是工作于间歇振荡状态下的再生式接收。

二、超再生接收的工作原理

图2所示是超再生式接收电路。

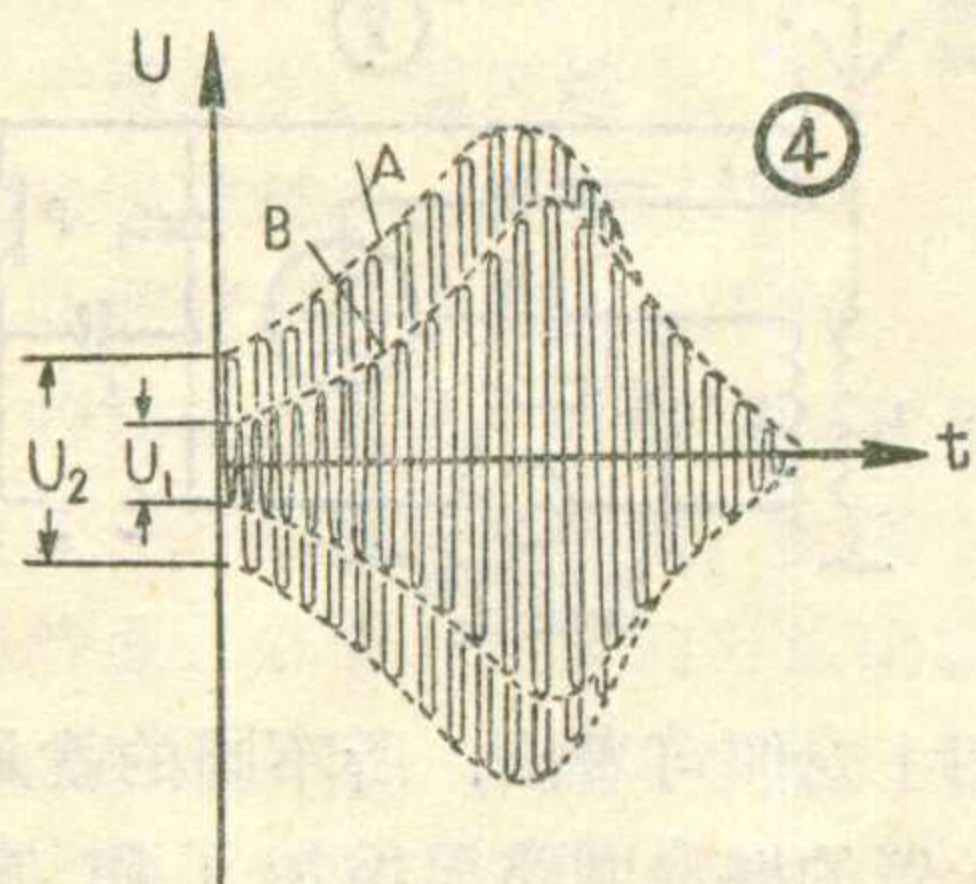


与图1对照可看出，所不同的就是在电子管的栅极回路里增加了附加振荡器 Z 。附加振荡器产生的振荡电压 u_z 可以周期性地改变电子管的栅偏压，当 u_z 的正半周加到栅极上时，在电子管特性曲线上的工作点位于跨导很大的部分，这时电路同再生式接收电路在反馈量达到振荡点一样会发生自激振荡。随后在 u_z 的负半周内，工作点移到了特性曲线跨导比较小的部分，振荡因电子管的跨导的降低而“熄灭”了（参看图3的甲、乙）。当 u_z 又变



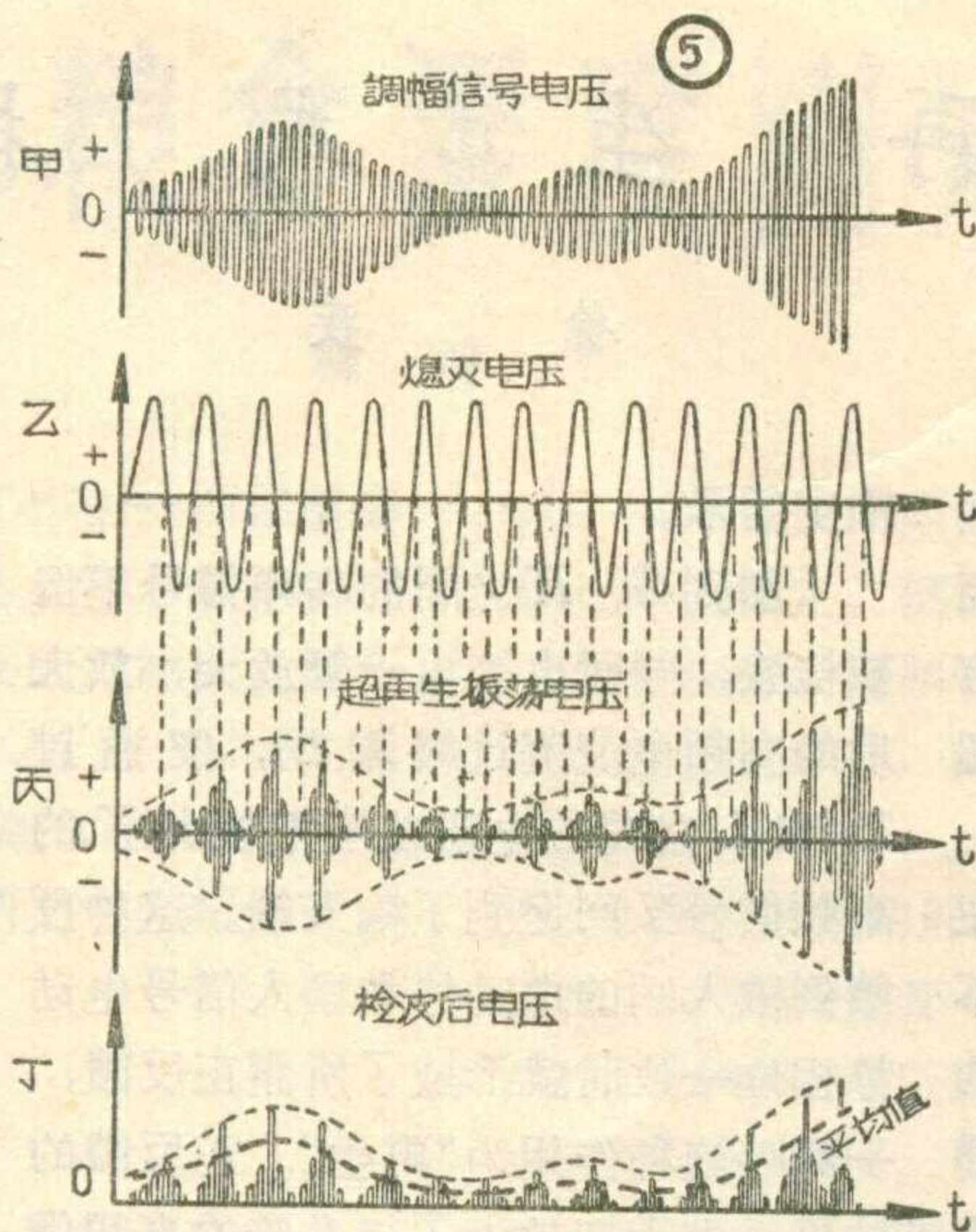
到正半周时，又使电子管工作在跨导大的状态，振荡又被激发，到负半周时，振荡又停止。如此反复下去，附加振荡器就使电路工作于间歇振荡的状态下。因振荡电压 u_z 起着“熄灭”振荡的作用，故被称为“熄灭电压”。

超再生接收机在沒有信号输入时，且在熄灭电压正半周期间，高频自激振荡（以下叫超再生振荡）的产生是由电路的元件，特别是谐振回路元件和电子管等内部电子的无秩序热运动所造成的微弱电脉冲，经过反馈的作用而引起的。我们把引起振荡的这种微弱电脉冲称为电起伏脉冲。超再生振荡的振幅，则与这种脉冲的起始电压有关：起始电压越大，所引起的高频超再生振荡的振幅也愈大，从建立而增长到最大振幅的时间也愈短，如图4所示，起始电压 U_2 比 U_1 大，



振荡曲线 A 的峰值比曲线 B 大，到达峰值也快一些。我们知道，元件里面电子的热运动是杂乱无章的，所以由电起伏脉冲所引起的超再生振荡的振幅、持续时间、和周期也都是不规则的。经过检波之后，便得到一些高频脉冲（见图3丙），这些脉冲的平均值就是一种幅度作不规则变化的音频电压，它使我们从超再生接收机上听到一种嗡嗡声，一般叫它“超再生噪声”或简称“超噪声”。

当超再生接收机有信号输入时，只要信号电压大于微弱的电起伏脉冲，超再生振荡的振幅就由信号的振幅来决定。如果信号是一个调幅波（图5甲），那么超再生振荡电压的幅度也将按照输入信号上面调制的音频调制波作相应的变化（见图5丙）。经过检波后将得到最大振幅变化和原来音频调制波相似的高频脉冲电压，它



的平均值就反映出原来的调制音频信号的变化（如图5丁所示），因而使我们收到了音频信号。由于这时候超再生振荡不再由电起伏脉冲决定它的振幅，所以接收信号时，超再生的噪声就会被信号压制住，耳机里只听到所传送的信号声音，而不再是嗡嗡声了。

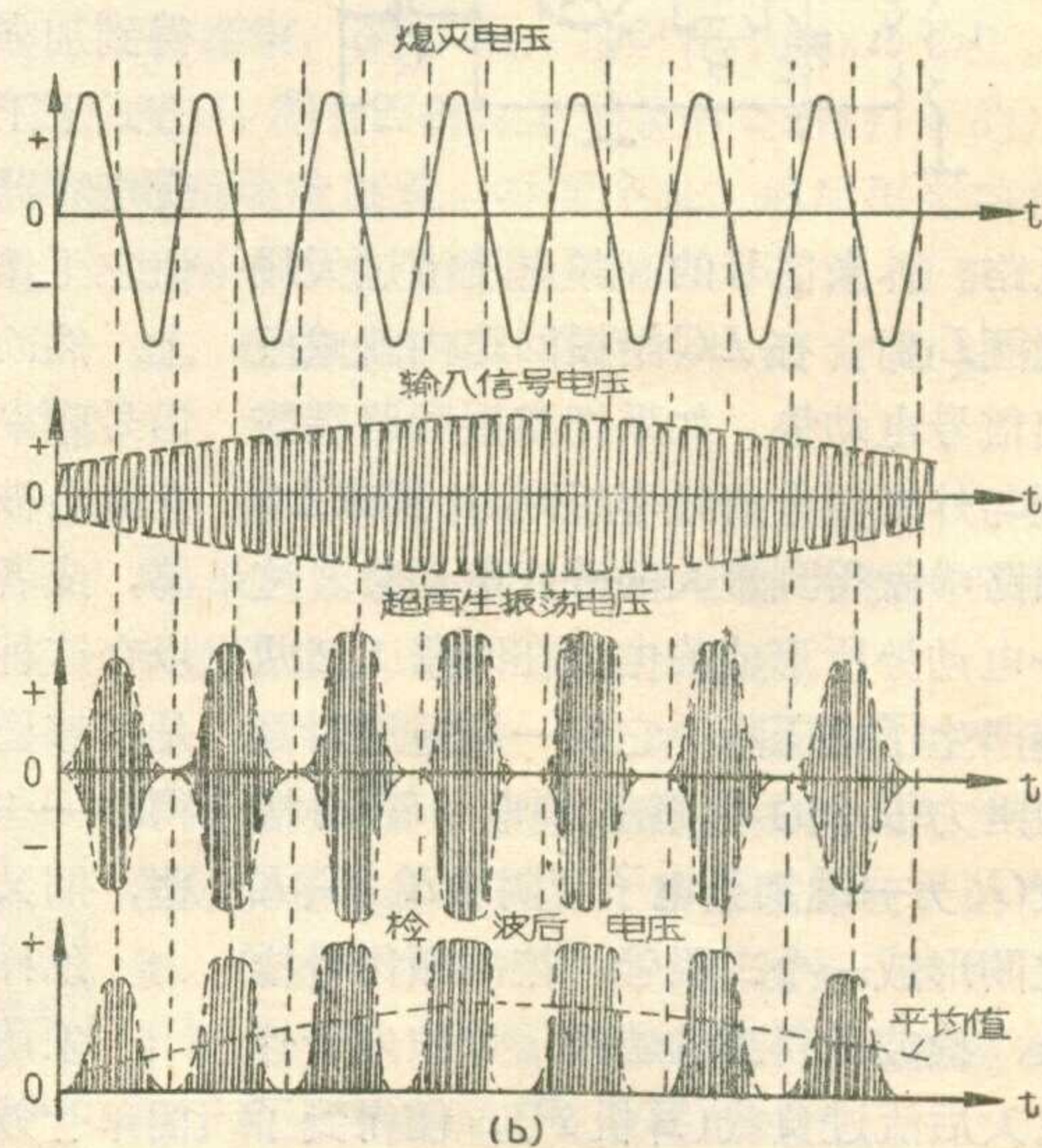
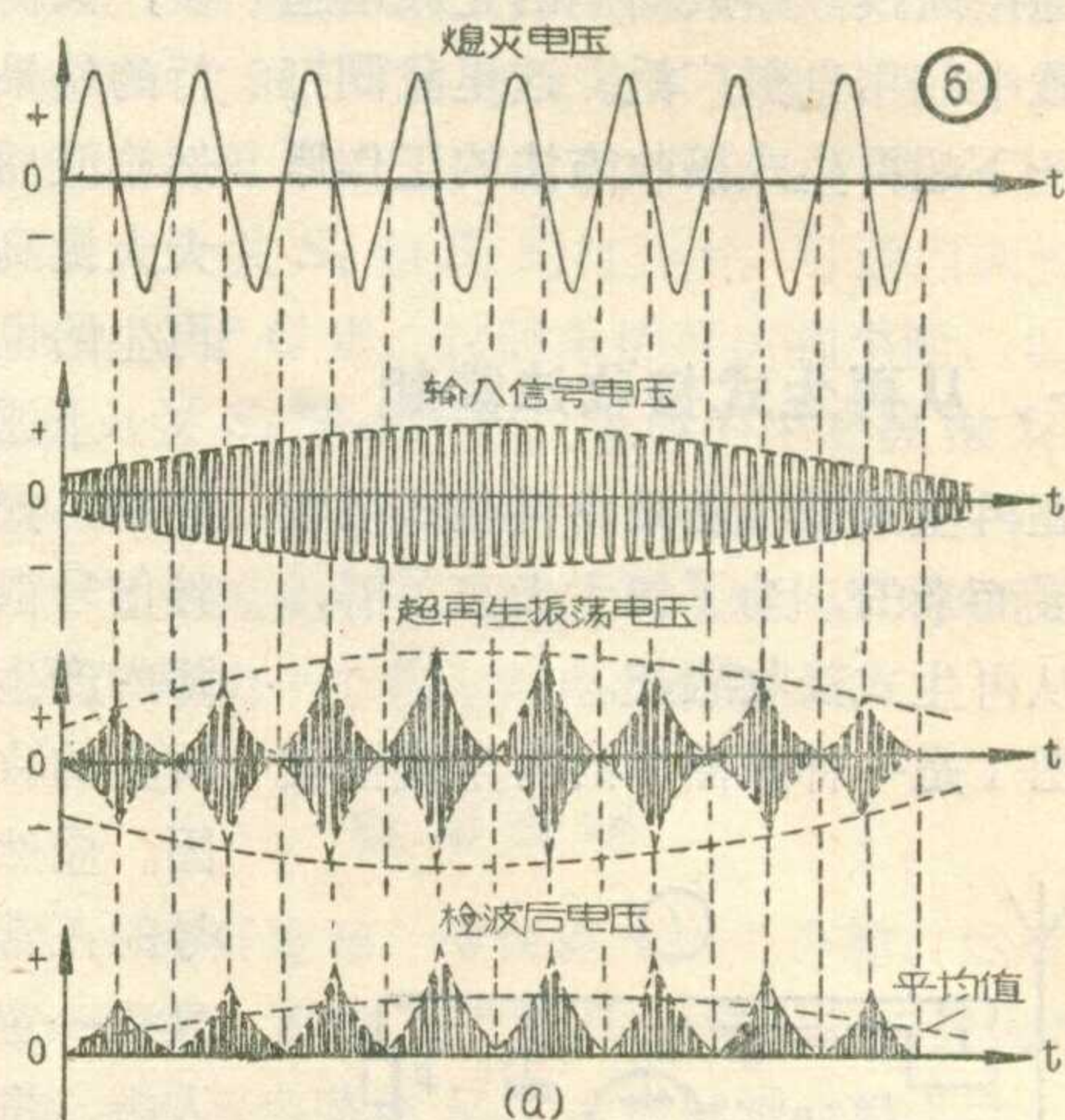
三、超再生接收的直线性与非直线性

在熄灭电压频率不同的情况下，超再生振荡还有直线性、和非直线性、的两种工作状态。

在熄灭频率相当高的时候，超再生振荡状态是直线性：它的振幅和引起振荡的起始电压的振幅（信号电压）成正比。这是因为在熄灭电压频率相当高时，在熄灭电压的正半周期间，超再生振荡的幅度虽然一直增长，但是在还未达到尽可能大的振幅值时，负半周便已来临，使振荡衰减下去。它的变化过程见图6(a)。如前所述，在每一个熄灭电压的正半周期间，振荡幅度的最大值是取决于起始电

压的高低，因此，这时的超再生振荡的幅度是和信号电压的振幅成正比的。如果接收机接收调幅波，在检波器后面检出的音频电压便和信号上面所调制的音频电压非常相近，失真比较小。但也由于这种原因，超再生噪声是较为剧烈的；而且电源电压的变动对超再生级的放大率影响较大，必须采取稳定电源电压的措施。最后，在直线性状态下工作的超再生级调整也较困难。因此在无线电爱好者的收音机内很少采用直线性超再生状态。

若将熄灭频率降低到某一程度，可以使超再生振荡处在另一种所谓非直线性、的状态。这时，由于熄灭电压的正、负半周变化的时间较长，在它正半周期间，超再生振荡的幅度不仅可以达到最大值，而且有一



段时间都保持着最大振幅，直到熄灭电压进入负半周振荡才开始衰减，如图6(b)所示。因此，超再生振荡幅度的最大值不随信号起始电压的高低而变化，起始电压仅仅影响振荡增长起来所需要的时间。起始电压愈高，超再生振荡振幅到达最大值所需的时间就愈短，振荡保持最大振幅的时间也就愈长，如图6(b)所示。由此看出，在非直线性状态下，当输入信号的振荡幅度变化时，发生变化的不是超再生振荡的最大振幅，而是这个最大振幅的持续时间。这样，超再生振荡经过检波后得到的平均电压值就与超再生振荡的持续时间成正比，而不是与输入信号的振幅成正比。这就不能像直线性状态那样很真实地反映出调制信号的形状，而产生相当大的非直线性失真。

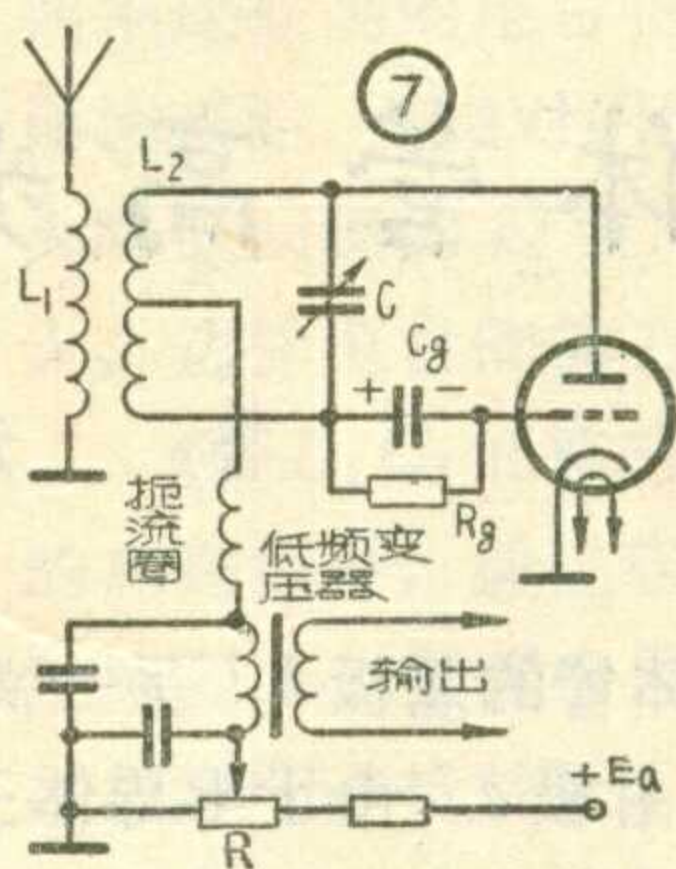
在非直线性状态下工作的超再生电路里，当电源电压变动时对超再生振荡的振幅最大值没有什么影响，所以放大率是比较稳定的。同时，由于放大的非直线性，削弱了超噪声的影响。但是，非直线性超再生接收会产生相当大的非直线性失真，这对收信是不利的。但在无线电爱好者的接收机中仍广泛采用非直线性状态，因为在这种状态下工作调整比较容易，同时性能亦较稳定。

四、熄灭频率的产生和选择

熄灭频率的产生可有两类方式，一类是采用单独的熄灭频率振荡器供给，这种叫做“他灭式”超再生；另一类是由超再生级本身产生熄灭振荡，叫做“自灭式”超再生。后一种电路比较简单，使用零件较省，装置和调整都比较容易，虽然它的工作状态是属于非直线性，但是它具有这些优点，所以大多数超再生式收音机都采用这类电路。

实用的超再生式电路形式很多，由于篇幅所限不能详细分析，这里仅举一种自灭式超再生接收电路为例，来着重谈一下产生熄灭频率的这部分电路。

在图7所示电路中，熄灭频率的



振荡是从栅极电容器 C_g 上得到的。当电路中有微弱电起伏脉冲引起超再生振荡时，加于栅极上的电压便进入了正值范围，同时便产生了对电容器 C_g 的充电栅流。这栅流使 C_g 两端形成了电压降，它的极性如图中所示。这个电压降随着超再生振荡振幅同时增加。由于 C_g 上的电压降负端加到电子管栅极，所以当 C_g 上的电压降增加到使电子管的工作点移到特性曲线跨导小的部分时，振荡条件便被破坏，振荡开始衰减。在振荡衰减的同时电容 C_g 便通过电阻 R_g 进行放电，这时 C_g 两端的电压逐渐减小，电子管栅极端的负电压也逐渐减小，电子管工作点的跨导随之增加，到某一时刻将重新达到自激振荡条件，又重复前述过程。这样反复进行的结果便形成了间歇的超再生自激振荡，而电容 C_g 上的充、放电形成了熄灭电压的振荡，它的频率即由 $R_g C_g$ 的时间常数所决定。

熄灭频率的选择主要根据三个条件，首先，为了不影响音频信号的收听，熄灭频率应选择在人的耳朵听不见的超声频率范围内；其次，熄灭频率应当比信号频率（载波频率）低得多，否则在熄灭电压的正半周期内，超再生振荡的振幅来不及增长到足够的值；再次，根据超再生接收的工作状态，直线性工作状态的熄灭频率要比非直线性的高。从前二个条件可以看出，在中波内实现上述条件是很困难的，而在超短波时，却可选择最有利的熄灭频率。一般无线电爱好者在超短波的超再生接收机中，采用的熄灭频率为 200 千赫左右。

五、超再生接收的优缺点

从上面的简单介绍中我们知道了超再生接收的基本原理，从这些基本原理中可以看出它有許多优点，最突出的是它有极高的灵敏度而电路很简

单，这是因为它只要很小的信号输入，就能够引起强烈的超再生振荡而得到很大的放大率，装置良好的超再生接收机，只要有几微伏的信号电压输入就能工作。而且这个放大率的数值实际上与电子管的放大特性没有多大的关系。由于超再生接收机可以做得比较简单，所以可以减小体积，减轻重量，这对航模制作是十分重要的；其次由于使用元件少，所以节省用电和制作费用。

超再生接收的另一个优点是便于用同一个电路达到发射与接收两个用途。例如在图7的电路里，只要把 R_g 、 C_g 的时间常数减小一些，就可以使这个电路变成一个普通的振荡器，因此这种电路在便携式的电台中用的较多。

超再生接收方法也有一些缺点：

(1) 选择性差，通频带宽；这是因为调谐回路对于邻近主频率的信号总是不能分隔得十分清楚，因此相邻的微弱的干扰信号也将同样引起超再生振荡，在检波后听到它的杂音。(2) 噪声较大，这点对工作在直线性状态的超再生接收机显得更严重。(3) 因为在接收信号的过程中要产生时断时续的振荡，若这些振荡能量直接与天线耦合，则将振荡波从天线上发射出去，干扰邻近接收机的工作。为了防止这种现象，有时在超再生电路前面加一级调谐放大，使超再生级与天线不直接耦合。

螺絲釘鋸短的簡法

取一块厚度等于所需螺絲釘长度的木板，并钻一孔，孔的大小应略小于螺絲釘直径。然后把螺絲釘旋入孔内，使螺絲釘要鋸掉的部分在木板的另一面露出。这样左手握住木板，右手持鋸，把鋸条紧贴在木板面上，就可以很容易地把螺絲釘鋸短到所需要的长度。

这个方法对缺少工具的爱好者来说，是很实用的。(夫)

半导体管高频放大电路

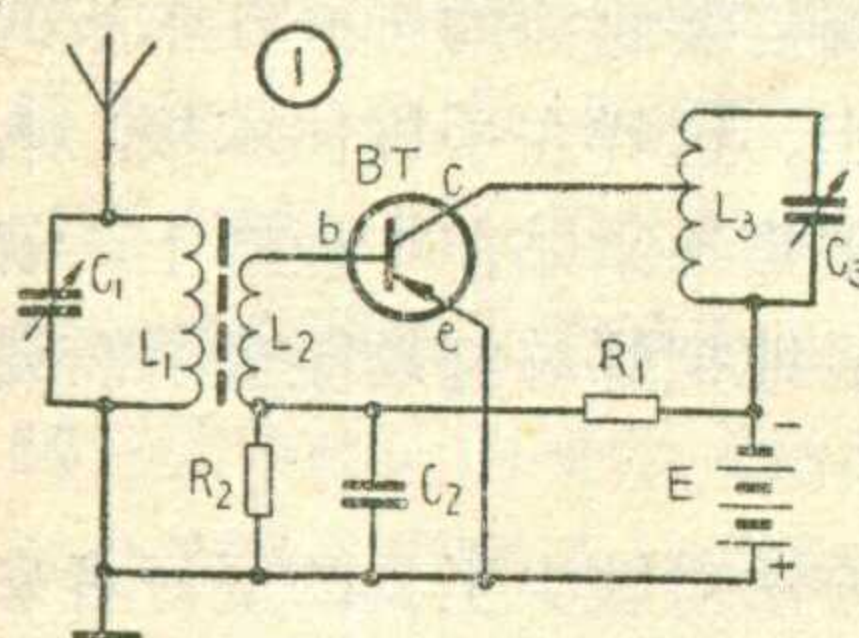
鲁 滨

要想使半导体收音机具有较高的灵敏度、较好的选择性和比较满意的声音，在这种收音机的电路中除了要有低频放大电路以外，还需要有高频放大电路，或者说高频放大器。常见的高频放大电路一般可分为两类：一类是调谐式的；另一类是非调谐式的。

调谐式高频放大电路是以 LC 调谐回路（图 1 的 L_3C_3 回路）作为负载，工作时将它和输入调谐回路 L_1C_1 同步地调谐到所要放大的信号频率上。非调谐式高频放大电路一般是以电阻（图 2 中的 R_3 ）或高频铁氧体磁心变压器（图中 B_1 ）作为负载。前一种电路具有较高的放大倍数和较好的选择性，后一种电路的灵敏度和选择性则比较差，但它在调整时比较容易，使用的元件也少，所以一般业余无线电爱好者使用较多。对灵敏度和选择性的缺陷则用再生回输的方法来弥补。

一、基本工作原理

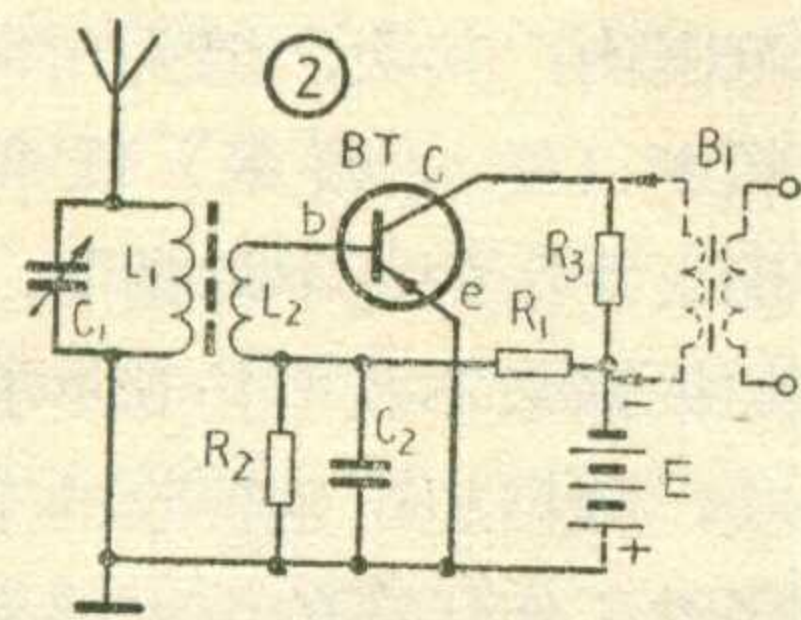
在图 1 所示调谐式高频放大电路中，由一般天线接收或者由磁性天线感应所得到的高频信号传到 L_1C_1 调谐回路加以选择后，在回路两端取出所要收听的信号。由于半导体管的输入阻抗比 L_1C_1 调谐回路的阻抗低，如果把它们直接连接起来，信号将不能很好传输，效率很低，所以从 L_1C_1 选出的高频信号需要通过变压器（即磁性天线）耦合到半导体管的输入端，使它们的阻抗匹配（参阅前一期本专栏的讲解）。经过变压器后在次级线圈 L_2 上得到的高频信号，



经过变压器后在次级线圈 L_2 上得到的高频信号，

一端加到半导体管的基极 b ，另一端通过 C_2 加到发射极 e 。由于半导体三极管有放大作用（这在本专栏以前有关文章里已作详细分析），在它的集电极电路里的负载 L_3C_3 回路两端便得到放大的高频信号。这时回路 L_3C_3 对高频信号又进行了一次选择，以得到更加纯净的信号频率。因为这种高频放大电路有两次选择高频信号的作用，所以收音机的选择性得以提高。但 L_1C_1 和 L_3C_3 两个回路需要准确地同步调谐。 L_3C_3 所选出的信号用变压器耦合或阻容耦合传到下一级放大电路。

在这个放大电路内，通过 R_1 、 R_2 给放大管发射结提供所需要的正向偏压，集电结所需的反向偏压则通过 L_3 的一部分线圈加到 c 、 e 之间。图 1、图 2 中的电容器 C_2 的作用是让 L_2 上的高频信号能够顺利地通过它加到 e 极去。如果没有这个电容器，高频信号将主要通过电阻 R_2 加到 e 极（因 R_1 比 R_2 大得多，经 R_1 和电池到达 e 极的部分比较小），而电阻 R_2 比发射极至基极



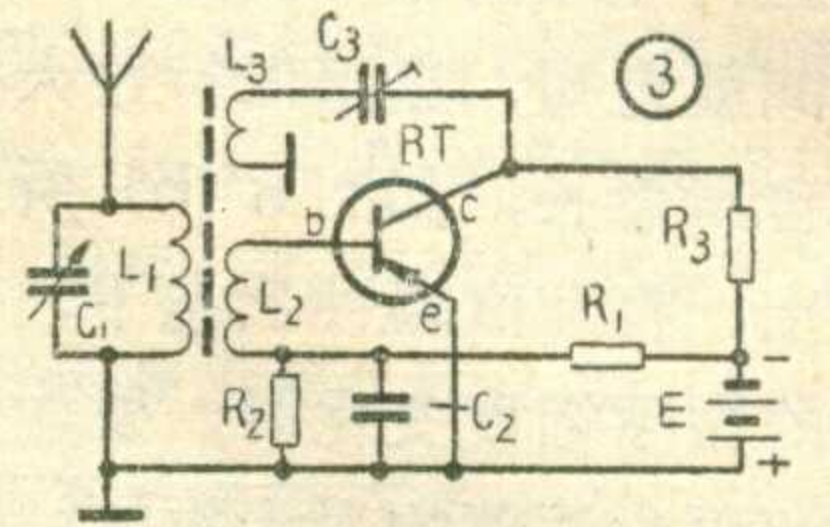
的阻抗大得多，信号能量将遭到很大损失，有很大一部分降落在 R_2 上，只有少部分能加到 e 极。

图 2 是非调谐式高频放大电路，它的工作原理和调谐式的基本相同，不同的只是经半导体管放大后的高频信号是加到电阻 R_3 或耦合变压器 B_1 的初级圈上（图中虚线所示）。

二、再生回输

图 3 是加了再生回输（或叫反馈）的非调谐式高放电路。加了再生以后可使高放电路工作效果大为改善。在

这种电路中，放大后的高频信号，有一路经过负载电阻



R_3 和电源回到 e 极成回路，从 R_3 上取出的信号电压加到下一级放大电路去；另外还有一路从 c 极经 C_3L_3 到公共地线，回到 e 极，而 L_3 和 L_1 同绕在一根磁性天线棒上，所以通过 L_3 的这部分高频信号就通过感应传到 L_1C_1 调谐回路。因此放大后的高频信号中有一部分又回送到放大器的输入回路。该回路的高频信号便得到进一步加强。加强后的高频信号再送给半导体管放大，放大后又回输到前面的调谐回路，这种过程反复进行的结果，使信号大大增强，这种过程就叫“再生”。起再生作用的这部分电路叫再生电路。

当放大后的高频信号回输到调谐回路 L_1C_1 时，这个调谐回路的原有阻抗 R_K 就发生了变化，回输信号的电流越大，阻抗 R_K 就越小，同时回路的质量因数 Q_K 就越大，选择性也越好，因此这个加有再生回输的高频放大电路能够提高选择性。当然由于再生回输，放大电路的放大能力也有提高，收音机的灵敏度将有很大提高，但当接收的高频信号很弱，而再生回输信号过强的时候，会产生振荡，出现啸叫声，这个电路的工作状态就不稳定。因此，所加的再生回输信号要有一定的强度。有许多方法能控制再生的强度。图 3 中是用调整半可调电容器 C_3 的大小和调整 L_3 与 L_1 间耦合的松紧，来控制再生回输的强弱：当 C_3 加大， L_3 与 L_1 耦合较紧的时候，流过的高频电流就多，再生就强；反之再生就弱。在装半导体收音机时一次调整好 C_3 的大小，或

将 L_3 在磁棒上移动到合适的位置，使再生强弱合适，把它们固定住，以后就可以不动了。

上面分析的是高频放大电路的基本工作原理，在半导体收音机中应用时有很多种电路形式，下面我们举一、二种实用电路做例子进一步分析一下。

三、倍压检波来复再生式单管收音机电路

这种电路除了有高放和再生回输作用外，还有“倍压检波”和“来复”这两种作用。

先用图4来说明“来复”作用的原理。由天线接收到的高频信号送进由高频管担任的高放兼低放电路进行第一次高频放大，放大后的高频信号送给检波器检波，检波后所得的音频信号再回输到该电路输入端，由它再作一次低频放大，然后送给耳机或扬声器发出声音。图中的虚线和点划线代表信号在收音机内传送的路径。这种用一个放大电路反复放大信号的方式叫“来复”。采用来复式电路，使得一个半导体三极管能兼作高频放大与低频放大，能节省器材，提高工作效率，因此得到了广泛的应用。

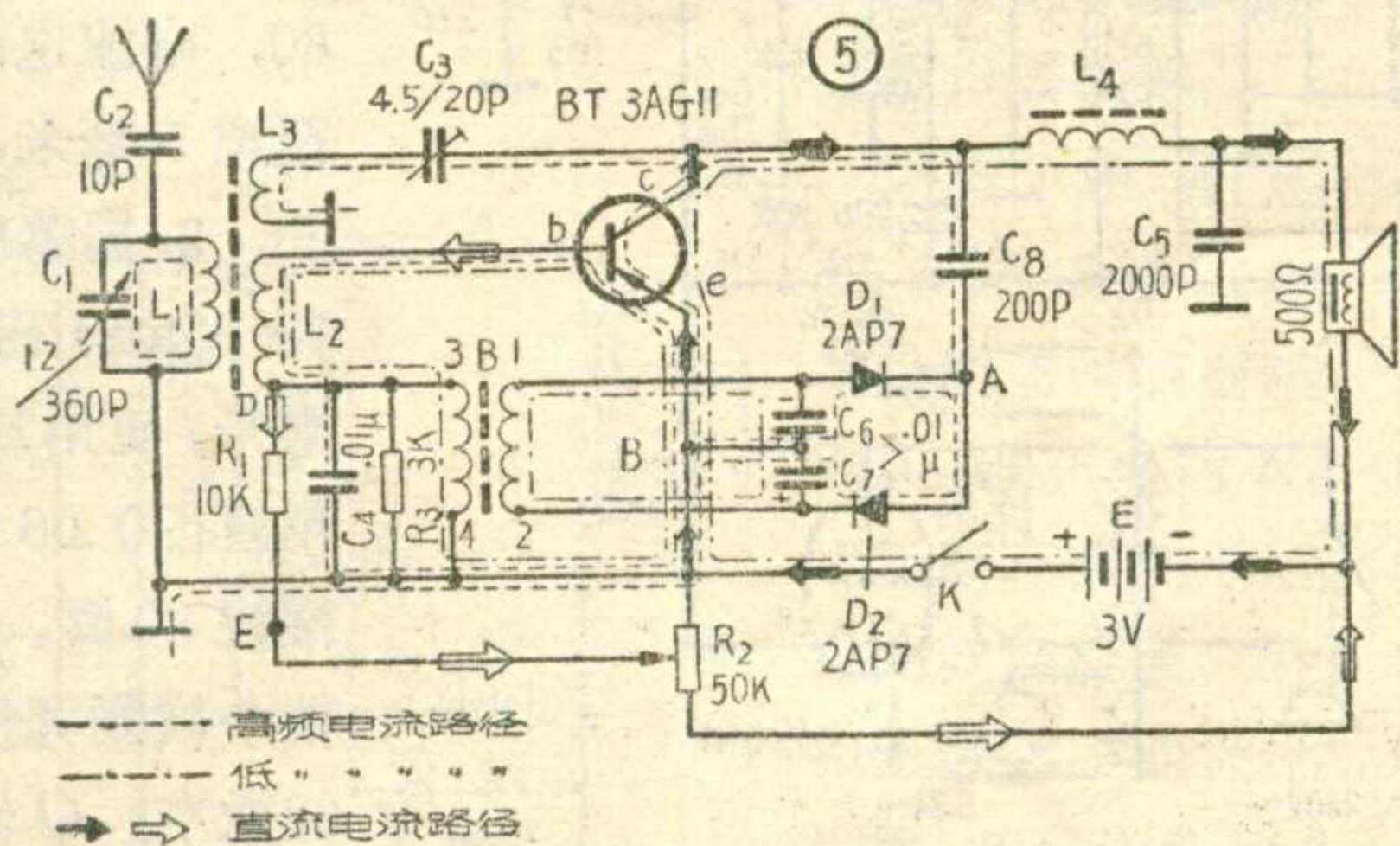
图5是一个用倍压检波的来复再生式单管收音机的电路。这个电路综合了来复、再生、倍压检波和非调谐式高频放大电路的优点，因此灵敏度较高，选择性较好，效率也很高。

由天线接收下来的各个电台的高频信号经过 C_2 传到调谐回路 $L_1 C_1$ 。 C_2 的作用是减小天线长度对 $L_1 C_1$ 回路的影响。在这里如果把天线直接接到 $L_1 C_1$ 回路，不通过 C_2 ，则由于天线和地之间有电容，这个电容并联在回路两端，使回路的最小电容量增加很多，结果将使回路可调的频率范围大大缩小，波段高端

频率比较高的电台将收不到，而且直接连接时，天线对回路耦合很紧，会大大降低回路的 Q 值，结果电路损失大，选择电台的能力也将降低。

经 $L_1 C_1$ 回路选择出的所要收听的高频信号，通过磁性天线耦合到匹配线圈 L_2 ，加到半导体管的基极和发射极之间进行放大。此时在 L_2 、 C_4 、 e 极、 b 极组成的回路内有高频电流流动，如图中虚线所示路径。经放大后的高频信号从集电极输出，一路由 c 极、 C_8 、 A 点、 D_2 、 C_7 (或 D_1 、 C_6)、 B 点到 e 极形成高频电流回路 (图中虚线所示)，因高频扼流圈 L_4 对高频电流有阻流作用，所以不会通过它到后面去。另一路由 c 极、 C_3 、 L_3 、公共地线、 B 点到 e 极形成高频电流回路，因此有一部分高频信号通过感应又重新回送到调谐回路 $L_1 C_1$ 去“再生”。由于 C_3 的容量较小 (100~200 微微法)，虽然高频信号容易通过，但对低频信号阻抗很大，不容易通过，所以它的作用是阻止低频信号，这样，被来复放大后的低频信号就不致加到检波电路去。流过 D_1 、 D_2 的高频电流将被检波 (以下将谈它的过程)，检波后所得的音频电压由变压器 B 初级 1、2 感应到次级 3、4，3 端经 L_2 加到半导体管的基极，4 端加到 e 极进行低频放大 (图中点划线表示低频电流路径)。放大后的低频信号通过高频扼流圈到舌簧扬声器或耳机发出声音。

电路中的 R_1 、 R_2 和 R_3 是用来供给半导体管发射结所需直流偏压，直流由电池正极出发，经开关 K 、 R_3 、 R_1 和 R_2 的一部分回到电池负极。从 R_3 上得到的电压降一端加到 b 极，另一端加到 e 极做偏压，调节电位器 R_2 的

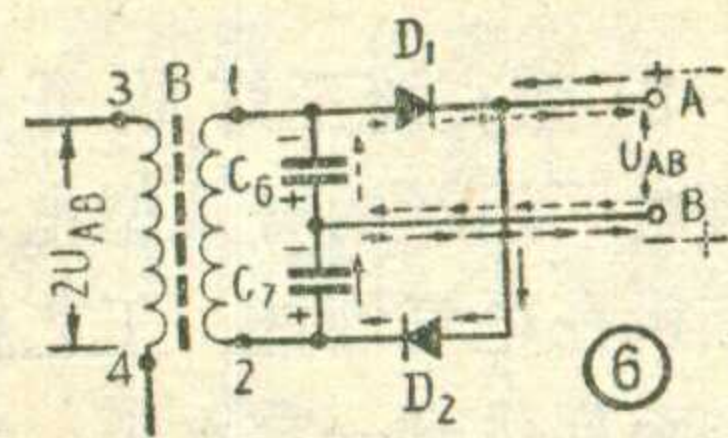


滑臂，使串接在直流电路内 R_2 的滑臂到下端的电阻大些或小些，就能使电路电流变化， R_3 上的电压降也将变化，从而控制发射结上偏压的大小。

R_1 起保护作用，防止 R_2 滑臂调到最下端时，电池全部加到 b 极和 e 极间

而使半导体管损坏。

现再把图5中的倍压检波电路



部分抽出来用图6单独说明。

从上面可知，高频信号被放大以后，在 A 、 B 两点之间将有高频交流电流流通。当高频电流的正半周时， A 点正 B 点负，它将通过半导体二极管 D_2 给电容器 C_7 充电，在负半周时，则通过 D_1 给电容器 C_6 充电。而电容器 C_7 和 C_6 上的充电电压极性相同，因此在低频变压器 B 初级圈 1、2 两端就得到一个两倍于原信号的电压，通过变压器 B 耦合传到次级 3、4 两端。 L_2 的音频阻抗较低，因此 3、4 两端的电压大部分加到半导体管的发射极与基极之间。

图5中的 C_5 是高频旁路电容器，将经过 L_4 后仍残存的高频信号旁路到公共地线，使它不致流过扬声器。

四、来复再生式两管收音机电路

掌握了半导体管低频放大电路 (参看本专栏前一期) 和高频放大电路的基本工作原理以后，已经能分析一般简易的半导体收音机的电路。这一节我们再举一个有高放电路和低频电路的两管来复再生式收音机 (见图2) 来谈一谈。

由于有高频放大和低频放大，还有再生和倍压检波，所以这种电路能得到较大的声音和较好的选择性。

这个电路的前一部分和上一节的电路大同小异，只是检波器采用了另一种一般常见的倍压检波电路。图8所示倍压检波电路是从图7简化后得到的。被高频半导体三极管 BT_1 放大的高频信号从 c 极和 e 极取出 (图

(下转第17页)

海棠63-31型交流三灯收音机

楊善道

海棠63—31型交流三灯收音机是武汉市无线电厂出产的普及型电子管收音机。该机在电气性能、工艺结构、外型等方面都达到一定水平。它的特点是：

1. 电路简单；采用二极管检波，以降低大信号失真；选用帘栅再生以提高灵敏度和选择性；中频变压器不加屏蔽，以及变频级加自动音量控制。
2. 零件少；排列整齐，便于维修。底板上、下的零件布置图见本期封底。
3. 省电安全：全机消耗功率25瓦；底板不带电。

一、几个技术问题的讨论

普及机由于少了一个中放级，为了使灵敏度和选择性都能兼顾，在本机上采取了一些措施。

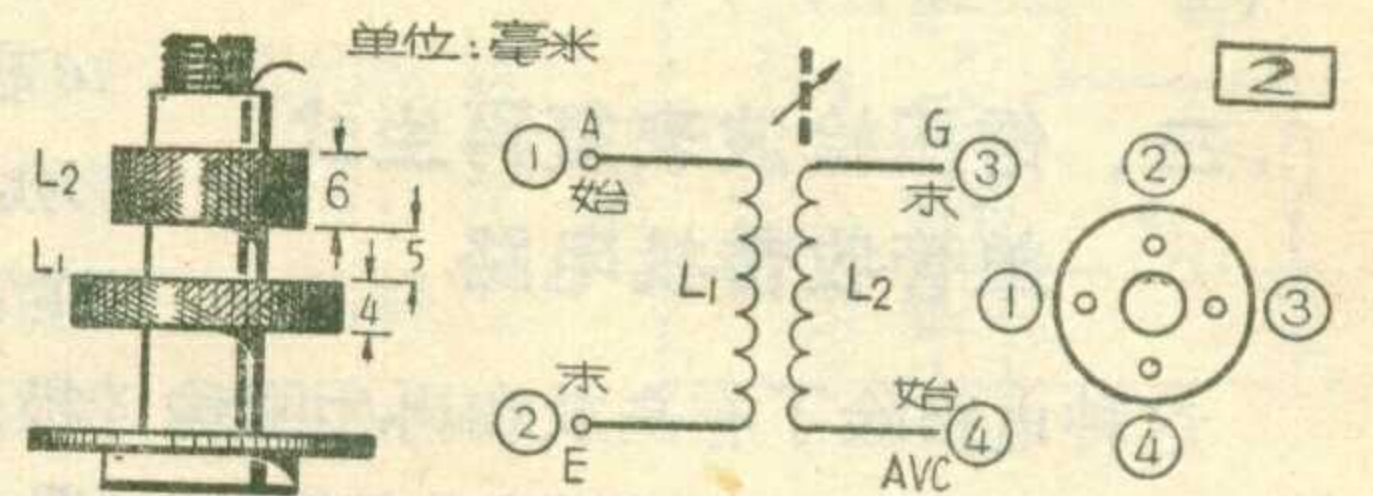
1. 变频级增益的提高和低端啸叫声的抑制：帘栅再生圈和屏极线圈分开(见图1)，使帘栅压可以加到正常的90伏，屏压加到200伏，这时调整振荡线圈抽头至4圈，使本振栅压维持6~7伏，6A2屏流维持手册规定3毫安，这样使变频管仍工作在跨

导一屏流曲线的直线部分，从而有效地提高了变频增益。

普及机一般在低端本地强力电台播音时，会在刻度上几点出现强烈的啸叫声。其原因多在于输入级选择性差，以及本机振荡过强，使本地电台二次谐波和本振二次谐波相差拍，产生3~4千赫的叫声。例如：本地电台为770千赫，而在613千赫附近出现啸叫声，即本地电台的二次谐波 $2 \times 770 = 1540$ 千赫和本振频率二次谐波 $2 \times (613 + 465) = 2156$ 千赫差拍波为616千赫，它和613千赫串过中频变压器后再差拍而出现3千赫的啸叫声。

因此本机上为了抑制啸叫声，除降低本振线圈抽头外，在输入回路还采用纯电感耦合，初、次级线圈之间不跨接电容器。

2. 解决变频再生与选择性和频率特性的矛盾：普及机不得不加再生，而再生对于高端增益的提高较为显著，对低端则帮助不大。但是，再生过强将使选择性曲线单边，整机频率特性变坏，本机中频变压器选用150微微法电容器，并将再生圈调整为22圈，这时，对于中等跨导的6A2管子，再



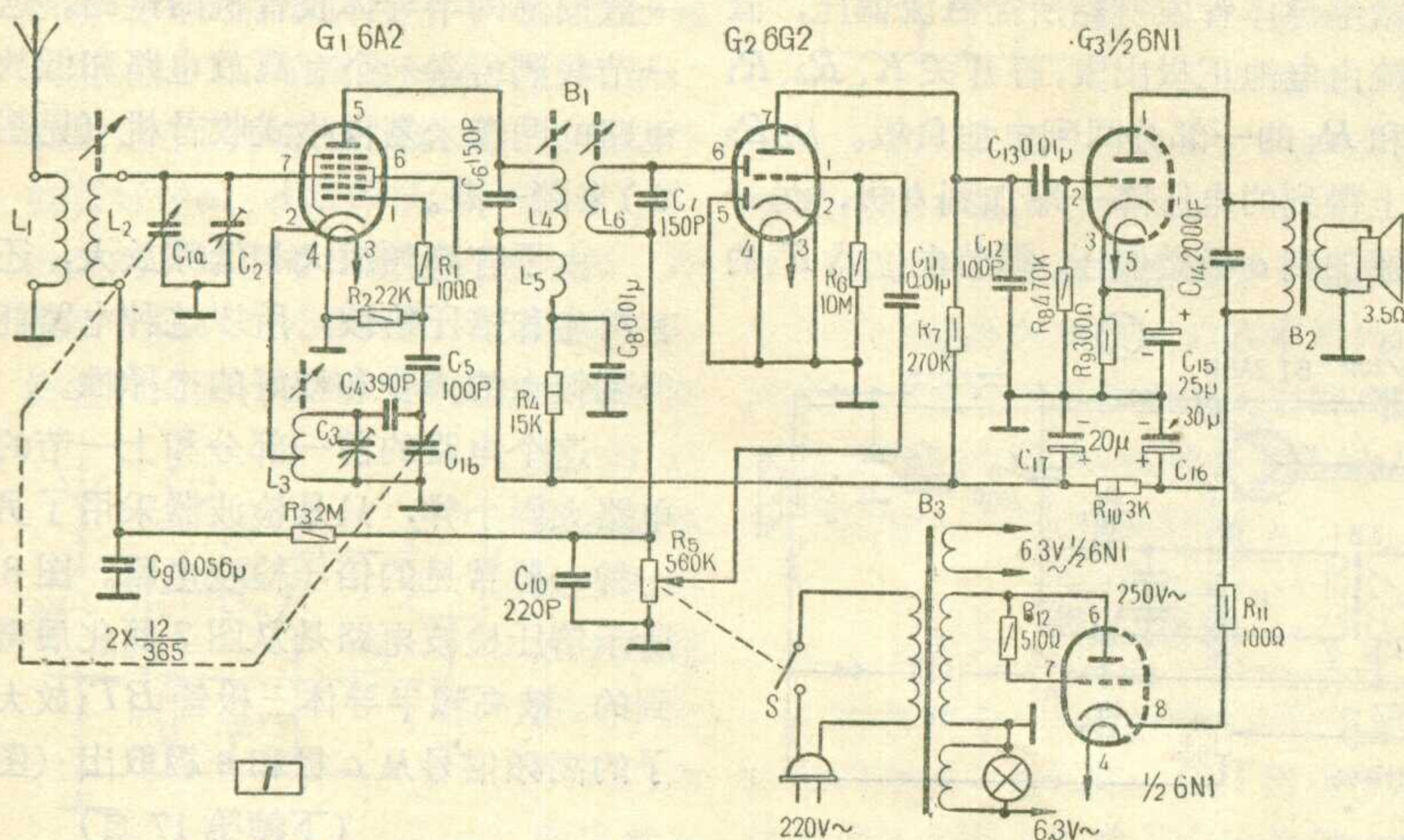
生使中频增益提高1.8倍，高端灵敏度提高2倍，低端灵敏度提高0.5倍，选择性提高4~5分贝，全机高、低端灵敏度比较平衡。

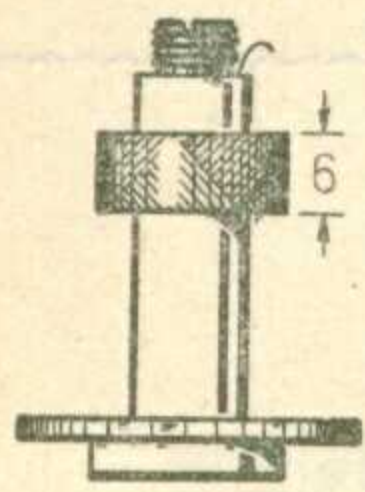
3. 功放级工作状态的选择：用6N1的半边作为功放级，要满足100毫瓦的额定输出是不够的，过载能力很差，尤其在200赫处失真很大。本机将6N1阴极电阻选用300欧姆；并将输出变压器阻抗比提高为20千欧姆：3.5欧姆；在屏压220伏时维持屏流为10毫安，输出变压器铁心选厚增至15~18毫米；采取这些措施后，使200赫处失真较小，输出功率提高到300毫瓦。

二、主要元件数据

1. 天线线圈(图2)：选用M6×12 Man4磁性瓷心，线圈骨架直径8毫米，使用二次折弯蜂房式绕法，初级 L_1 用直径0.12毫米的单股单丝包漆包线绕300圈，宽度4毫米，电感量为1.0毫亨， Q 值 >45 ，直流电阻18欧姆。次级 L_2 用七股单丝包漆包绞合线(每股直径0.06毫米)绕110圈，宽度6毫米，电感量100微亨， Q 值 >80 ，直流电阻4.5欧。初、次级线圈距离5毫米，浸渍地蜡。

2. 振荡线圈(图3)：选用M6×12 Man4磁性瓷心，线圈骨架直径8毫米，使用二折蜂房式绕法。线圈 L_3 用直径0.06毫米7股单丝包漆包线绕80圈，在离②端4圈处抽头③，整个线圈宽度6毫米。①—②电感量62微亨， Q 值 >70 ，直流电阻3欧，



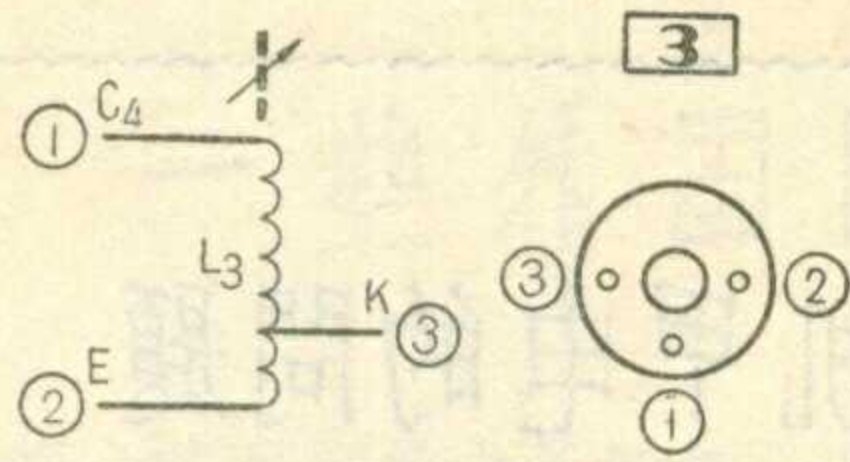


浸漬地蜡。

3. 无屏蔽中频变压器(图4): 选用 M6×12 Man4 磁性瓷心, 线圈骨架直径 8 毫米, 采用交叉绕法。初、次级(L₄、L₆)用直径 0.08 毫米 5 股单丝包漆包线绕 195 圈, 宽度 6 毫米, 电感量 340 微亨, Q 值 > 60, 直流电阻 5 欧。在 L₄ 外层采用交叉绕法。用直径 0.12 毫米单股单丝包漆包线绕 22 圈作为再生线圈 L₅, 电感量 16 微亨。初、次级线圈的耦合距离为 30 毫米, 浸渍地蜡。

4. 输出变压器: 选用 D-41 号 GE-10 型硅钢片作铁心, 铁心的截面积为 10 毫米×15 毫米, 初级用直径 0.1 毫米漆包线绕 3300 圈, 次级用直径 0.41 毫米漆包线绕 44 圈。

5. 电源变压器(图5): 选用 D-41 号 GEB-19 型硅钢片作铁心, 铁心的截面积为 19 毫米×26 毫米。初级①—②用直径 0.19 毫米漆包线绕



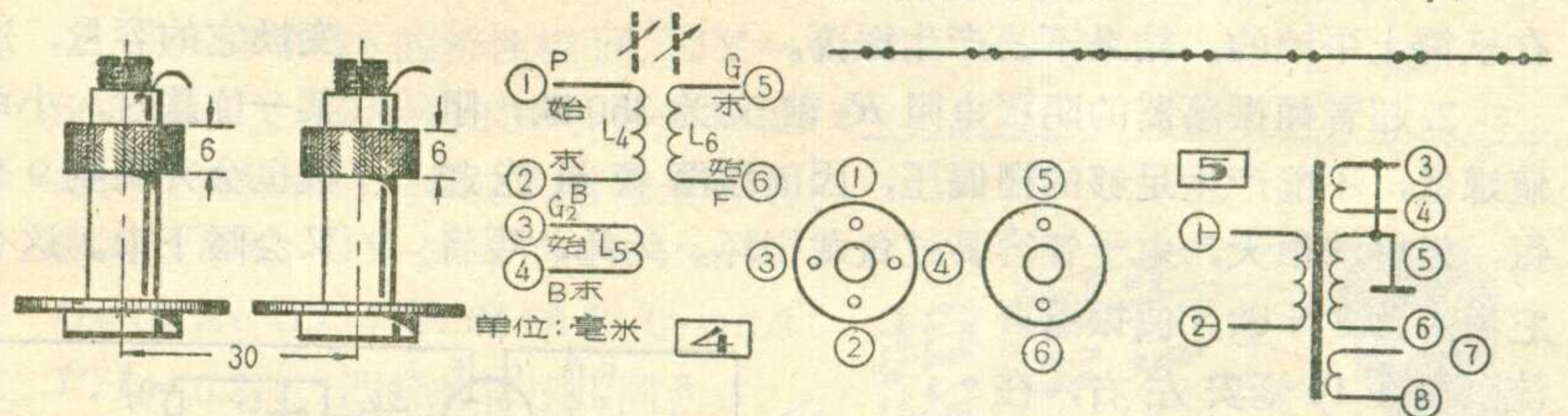
1760 圈。次级灯丝③—④用直径 0.61 毫米漆包线绕 54.5 圈, 一端接地, 兼作静电隔离。次级高压⑤—⑥用直径 0.1 毫米漆包线绕 2000 圈。次级灯丝⑦—⑧用直径 0.51 毫米漆包线绕 54 圈。

三、使用和维护的说明

1. 室外天线可装成倒 L 形, 水平部分长度 5~20 米, 愈高愈好。为保证安全, 天线必须加装避雷器, 在雷雨时不使用室外天线, 且将天线短路接地。

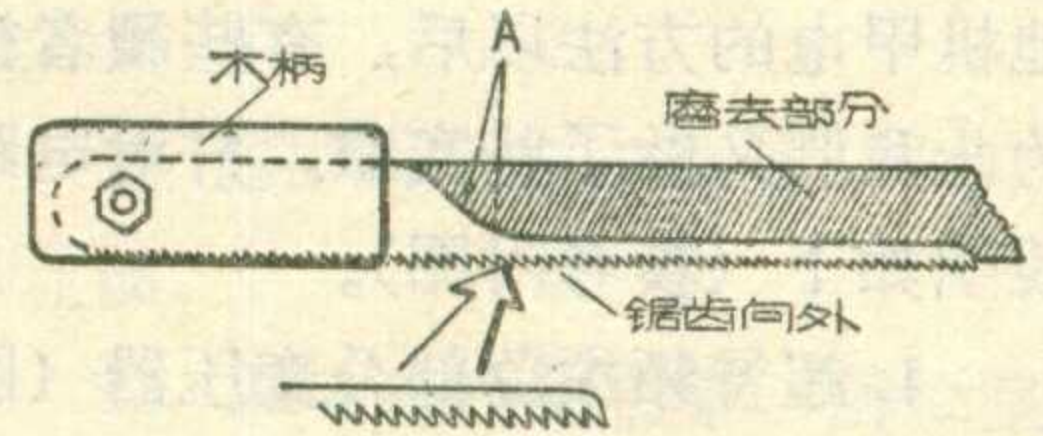
2. 本机机箱系木质结构, 不要长期放在潮湿处或在阳光下曝晒, 不要用湿布擦拭, 以防开裂。

3. 使用时不要随便取下背板。由于机内采用无屏蔽中频变压器, 通电后切勿伸手去修理或乱碰, 以免触电。



自制拉花锯条

业余无线电爱好者有时需要用到一把拉花锯。这种锯条可以自制。如图, 将用断了的钢锯条, 取它锯齿向外的一段, 在砂轮上将不需要的部分磨掉。要注意在 A 点部分须成斜线

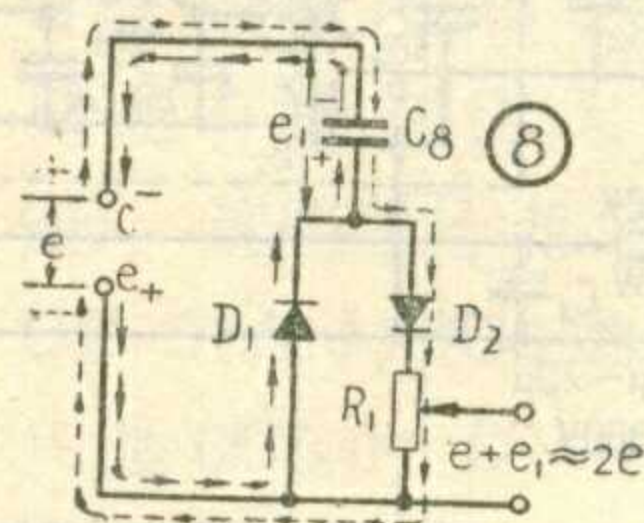


状, 不可太陡, 否则用起来容易折断。然后用一块 50×20×20 毫米的木块, 打磨光滑, 按长度方向在中间开上一道槽, 作为握柄把锯条镶进去, 用代母的螺丝钉把锯条固定起来。这样, 用它来挖锯胶板、木板或薄铁板等都很方便。

(华)

(上接第 15 页)

8 中的 c、e 两点)。当高频信号在负半周时, 信号按实线箭头方向通过 D₁ 给 C₈ 充电, C₈ 上的电压极性为上负下正。当高频信号变到正半周时, 信号电源的电压 e 与 C₈ 上所充的电压 e₁ 成串联, 按虚线箭头方向通过 D₂ 和负载电位器 R₁ 构成回路。负载上的电压差不多加了一倍。这种检波器较前面单管机中的检波器所使用的元件少, 所以在产品收音机中被广泛采用。也可以将这个电路中的 D₁ 二极管取



消变为普通的检波器, 但整机的灵敏度会弱一点。

由 D₁、D₂

倍压检波后得

到的音频信号, 从 R₁ 取出后加到半导体管 BT₁ 的基极 b 和发射极 e, 进行来复低频放大。经放大的音频信号通过高频扼流圈 L₄ 再经过输入变压器 B₁ 耦合到低频半导体三极管 BT₂ 进行功率放大。然后经过变压器 B₂ 推动扬声器发声。

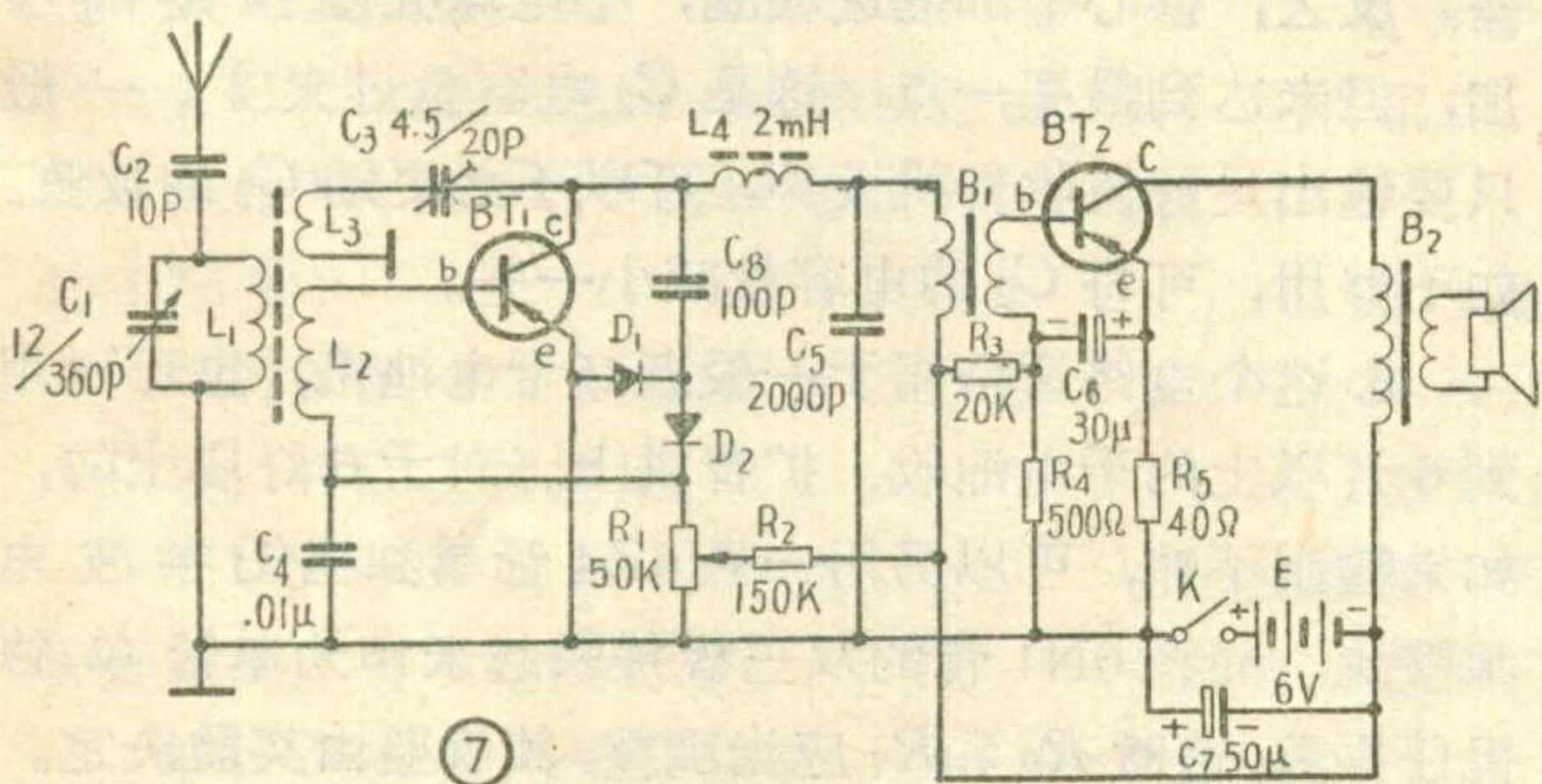
图 7 中 R₁ 还和 R₂ 配合以供 BT₁ 所需的发射结偏压。另外电阻 R₁ 上还存在检波后所得的直流分量, 它和直流偏压的极性相反, 起抵消作用。

当外来高频信号强时, 检波后的直流分量也大, 将偏压抵消得多, 使半导体管放大作用减得多一些, 反之则抵消得少, 因此能起自动控制音量的作用。

电路中的高频旁路电容器 C₅ 是把通过高频扼流圈 L₄ 后的剩余高频信号完全滤掉, 不传到后面去, 这个电容器的电容量不能太大, 以免将音频滤掉, 一般可用 2000 微微法。

R₃、R₄ 则提供 BT₂ 所需的发射结偏压。这两个半导体管的集电结偏压, 则分别经过变压器 B₁ 和 B₂ 的初级加上去。

C₆ 的作用已如前述对 R₄、R₅ 起旁路作用, 让交流能畅通地加到 BT₂ 的 b、e 之间。R₅ 提供交、直流电流负反馈, 起稳定电路工作的作用。C₇ 用以防止电池快用完时, 通过电池交连引起振荡叫啸声。



再談利用超音頻振蕩作干電池机电的問題

于 連 芳

本刊1964年第9期介紹了利用超音頻振蕩作干電池机电的方法以後，有些讀者提出一些意見和問題。為此我們又做了些實驗，並對電路進行了一些改進，現說明如下（參考附圖）。

1. 超音頻振蕩部分變壓器（圖中 B_2 ）繞圈中插用的硅鋼片鐵心，可以用 $\phi 10$ 毫米磁性天綫棒截取25~50毫米長的一段代替。也可以用24號左右的鐵絲經過鍛燒退火（將鐵絲放入將要熄滅的煤火爐中燒紅，待爐火熄滅後，讓鐵絲隨爐冷卻），捶直剪成一束代替。如果這些材料都沒有，也可以完全不用，省去鐵心，但須將 L_1 增為900圈，在500圈處抽頭，而且繞圈要用前文介紹的框架繞制，效果也一樣。如果繞圈是按一般方法在紙筒上平繞的，結果不易產生振蕩。

2. 超音頻振蕩器的陰極電阻 R_2 前文為350歐，阻值嫌低，不能產生足夠的柵偏壓，因而振蕩管雖能起振，但屏流很大，電子管容易過負載損壞。為此，現將它增大為3千歐，使振蕩屏流限制在10毫安左右，在它上面還並聯上一只旁路電容器 C_6 ，防止超音頻電流在 R_2 上產生電流負反饋。在柵回路中又增加一個RC電路（圖中的 R_7 、 C_7 ），使振蕩更加穩定。另外在柵極上還串聯了一只小阻值電阻 R_6 ，用以防止高頻寄生振蕩。

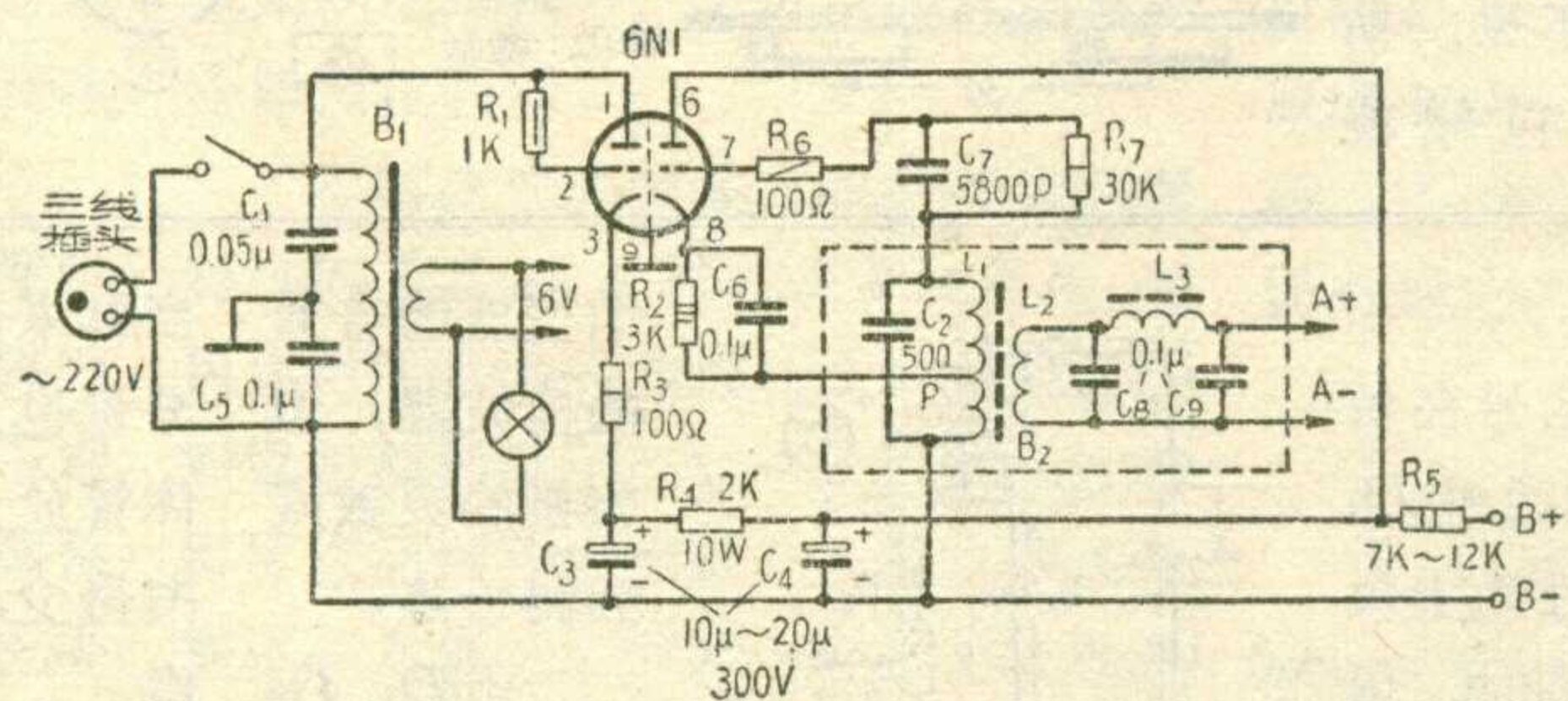
3. 本机輸出的不是純正弦波，除工作于超音頻波段內的基波外，還有強烈的高次諧波。這些高次諧波對中波收音會產生很大的干擾，可能在收音機度盤上許多地方出現嘯叫。但若超音頻振蕩頻率選用得適當，這種干擾完全可以避免。因此在使用時，如果度盤上多處出現嚴重的交流聲，可以適當變更振蕩頻率（ L_1 中如有磁棒或鐵心，可試將磁棒鐵心推入或抽出一些； L_1 中如沒有磁棒或鐵心，可以改變 C_2 電容量，使干擾消除）。除此以外，可以把變壓器 B_2 用隔離罩罩起（圖中虛綫部分，可用馬口鐵自制），妥善接地。還可以在輸出電路端增加 L_3 、 C_8 、 C_9 組成低通濾波器。 L_3 可用 $\phi 10$ 毫米的磁環，用0.4毫米（27號）漆包綫繞25圈，或用 $\phi 10$ 毫米的磁棒截取15~20毫米，用上述綫繞40圈，效果也很好。

4. 關於調整的方法，本机的甲電輸出是超音頻電流，頻率較高，輸出電壓的大小，用一般萬用電表的交流電壓檔去測量是難以準確的。按電路裝好檢查無誤後， B_2 內先不要插入鐵心，用一只2.5伏或6~8伏小電珠接在 B_2 的次級電路內。有條件的在屏回路內串接上一只0—50毫安電流表（可用萬用電表的直流電流0—50毫安一檔），接通電源，電流表指針將漸漸地升到9毫安，然後又突然降到3.5毫安左右，說明產生振蕩。這時 B_2 內會發出輕微的嘶嘶聲，小電珠也會發出微小的一點光（隨着 C_2 數值的不同，發光度會有差異，也可能暫不發光），然後緩緩地將磁棒或鐵心插入繞圈內。如果是不用鐵心的， C_2 可用600號半可變的墊整電容器，調整變換它的容量，這時小電珠亮度將漸漸增加。鐵心插到某一位置時，小電珠亮度會突然增加，隨之電流表的讀數也會升高到9毫安左右。超過這一點後，小電珠亮度又會暗下來。這個最亮的地方就是振蕩最好的一點。調整 R_2 和 R_7 的數值，或是增減 B_2 次級 L_2 的圈數，使小電珠的光度最亮時比用一節干電池燃點的亮度稍大一些。拿掉小電珠，接通收音機，收音機就會發聲。再適當調整一下鐵心的位置，使收音機內的干擾叫聲最少、

最小，固定好鐵心的位置，這時電流表的讀數應為8毫安左右。再用小電珠接于 B_2 次級電路，可見它的亮度與用一節干電池供電亮度相仿，這樣調整就算成功了。

5. 這一電路，只要裝接不錯，一般是很容易成功的。但是由於使用零件不同，也可能發生某些故障。如果接通電源， B_2 內不插鐵心，小電珠就會發出很強的光亮，插入鐵心，光亮反而減小，這是 C_2 的電容量小了些。反之，鐵心全部插進繞圈，小電珠亮度雖逐漸增加，但未達到最亮一點，這是 C_2 電容量過大了。一般只要輸出足夠使收音機發聲，可以不必更動 C_2 的數值。如不夠用，可將 C_2 的電容量減小一些。

6. 這個電路適合用於一般五燈干電池機，也可以用到六燈以上的干電池收、擴音機上。對於六燈以上的，如果輸出不夠，可以另用一只6Z4管單獨擔任半波電源整流，而將6N1管的双三極並聯起來作為單管單獨擔任振蕩，這時 R_2 和 R_7 應當調整，其值要由實驗決定。



一些外国旧型号电子管的特性参数

封三列出的一些旧型号电子管参数可供业余爱好者和修理部门参考。由于是些旧式管，所列参数可能与实际产品有出入，不过仍可满足一般使用的要求。

有些电子管的数字型号之前还有UX、UY或UZ、KX等，这是工厂安排的。一般说第一个字母U代表除整流管以外工作于信号放大或检波的三极管或多极管；K代表高真空整流管。第二个字母X表示管座有4个管脚，Y表示有5个管脚，Z表示有6个管脚。这些文字对参数并没有多大关系。

表中各管的有关说明如下。

1. 电子管12的灯丝电源应采用直流电源。

2. 电子管12A的另一组低压特性参数为： $U_a=90V$ ； $U_{g1}=-4.5V$ ； $I_a=5mA$ ； $R_i=5.4K\Omega$ ； $S=1.575mA/V$ 。

3. 电子管18的灯丝电压也可以在必要时用于12.6伏。其特性与6F6G相近，两管的灯丝电压及灯丝电流不同，管座不同。

4. 表中所列24-A的数据是甲类放大的工作状态。如用作屏极检波， $U_{g1}=-5V$ ； $U_{g2}=20\sim 45V$ ； $R_a=250K\Omega$ ；无信号时， I_a 调到0.1毫安；最大信号时，屏极平均电流不应超过4毫安。

5. 表中所列UY-24B的数据为放大状态，检波数据与24A相近。

6. UX-26B的特性与26相近，管座也相同，可以直接代换。更老的型号是UX-226。

7. UY-27A与UY-27的特性相同，只是UY-27的灯丝电流稍大，为1.75安。

另外UY-27B的参数与UY-27A相近，可以互换使用。

8. UY-35B与35的特性相近，管座相同，可以互换使用。

9. UY-39A用作混频时，其 U_a

及 U_{g2} 与放大时相同， $U_{g1}=-7V$ ；这是当振荡峰压在6伏时的最小偏压值。

10. UY-47B是由UY-247B改良而来，可以代换。

11. 50的 U_{g1} 值是指栅极对交流灯丝电源中心的电压值，运用时最好应用阴极自生偏压，栅路电阻不应超过10千欧。其特性与UX-250相同，管座也相同，可以直接互换使用。

12. 电子管UZ-55的数据是三极管部分作甲类放大的状态。UZ-55与55、UZ-85、85和6V7-G的特性相同，但后三管的 $U_f=6.3V$ ； $I_f=0.3A$ 。以上各管除6V7-G外管脚都相同，6V7-G是金属八脚管，与前几管不同。

31. 56和76的特性相同，UY-56A和UY-76A特性相同，前两管和后两管特性相近，但这几管的灯丝电源要求不同；UY-56A的 $U_f=2.5V$ ， $I_f=0.8A$ ；UY-76A和76的 $U_f=6.3V$ ， $I_f=0.3A$ 。四管的管座相同。

14. 电子管57与57S特性相近，管座相同；也和UZ-57A特性相同，只是 I_f 稍有出入（UZ-57A为0.8安）。这些管子都可以直接代换。UZ-57A与6C6的特性完全相同，只是6C6的 $U_f=6.3V$ ， $I_f=0.3A$ ；管脚也相同。

15. 电子管58与UZ-58A及6D6的特性相同，只是UZ-58A灯丝电流稍小（0.8安）；6D6的 $U_f=6.3V$ ， $I_f=0.3A$ ；管脚都相同。

16. 电子管UX-71A与171A特性相近，管脚相同，可以互换使用。

17. 电子管UZ-89作三极管使用时，应将第二、三栅极与屏极接在一起。

18. 1603是低杂音放大管。特性与和6C6等相同，管座也相同。

19. RK16的特性和59用作三极管时的特性相同，但管座不同。为便于参考，表中也列出了59的五极管参数。

20. RK17的特性与2A5及42相同，但2A5的 $I_f=1.75A$ ，而42的 $U_f=6.3V$ ， $I_f=0.7A$ 。

21. 1型整流管是汞气管，可与1-V型互换使用，特性相似，管座相同。

22. 12F与12FK完全一样，可以互换。

23. OZ4是冷阴极管，所以没有供给灯丝的电压及电流数据。

24. 80BK和80HK也都是半波整流管，灯丝电压都和80B一样，交流屏压都是350伏。80BK灯丝电流0.7安，整流电流74毫安；80HK则分别是0.6安和60毫安。这三种管子特性相似，可互换使用。

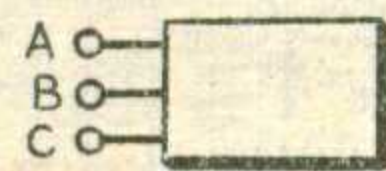
(王 顺)



1. 有1A2、1K2、1B2和2P2等四只电子管混合存放在一起，直到使用时才发现原来印在管壳上的型号标记都看不清了，使用者一时难以分清，很是着急。现在请你帮助他在最短的时间内把它们鉴别出来。

(徐雨贵)

2. 右图箱内装有三只电阻。在A、B端测得电阻值为30欧，B、C端为40欧，A、C端为



50欧。你看箱内电阻可能是怎样连接的？电阻的阻值各为多少？

(志 同)

3. 有人不用电表，就能迅速正确地把两块没有正、负极性标志的45伏乙电池接成90伏，并标出了正极和负极。你说他用的是什么方法？

(义 舟)

美多牌R20-2TH20瓦扩音机

陈达斌

这种扩音机适合在小型会场和小型工厂、学校、企业等处作有线广播之用，并附有收音部分，可以转播无线电台的广播。

该机分前级和后级两部分，装在一个长方形金属机箱内。所用各元件都经过适当的加工处理，故在湿热条件下仍能保证正常工作。

一、电性能参数

1. 收音部分：

频率范围 中波 535~1605 千赫；短波 6~18 兆赫；

灵敏度 中波不劣于200微伏；短波不劣于300微伏；

选择性 不劣于 20 分贝(1000 千赫偏调±10千赫)；

2. 扩音部分：

输出功率 20瓦特；

输出阻抗 4、8、16、250 欧姆；

频率响应 80赫~8000赫内为±2分贝；

失真度 不大于5%；

杂声电平 不大于0.7%；

输入电压 拾音不大于130毫伏；

传声不大于5毫伏；

消耗功率：130瓦。

二、线路结构

1. 收音部分：可以接收中波和短波的广播，用波段开关选择，波段开关还控制收音和拾音的选择。

变频级 G_4 采用 6A2 (6A2Π)。

中频放大级 G_5 采用 6K4 (6K4Π) 高跨导截止五极管。它的栅路与 G_4 的栅路均加有自动音量控制电压。 G_3 的一半 $1/2$ 6N1 接成二极管作检波。

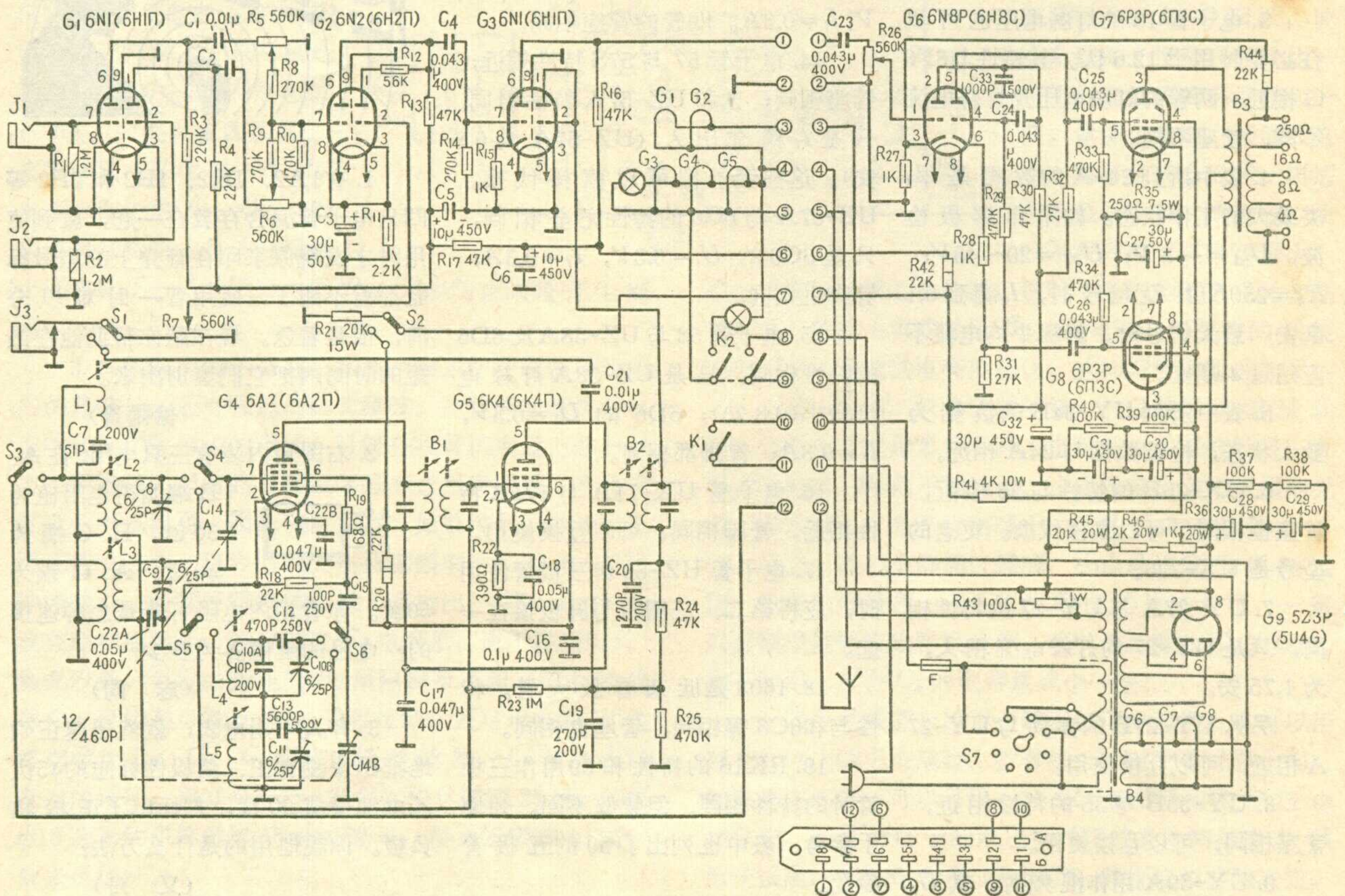
2. 扩音部分： G_1 用作传声前置放大，采用 6N1 双三极管，其中的两个三极管分别担任第一路和第二路前置放大。

G_2 担任拾音混合级，由 6N2 的两个三极管分别将传声器和拾音器送来的信号放大，放大后在它们的屏极混合。当传声器和拾音器同时有信号送入时，并不相互影响，它们都通过 G_3 的一边三极管放大后送至下一级。

G_6 的右半边三极管用作倒相。另半边三极管作电压放大，加有深度负反馈，有效地抑制了整机失真和得到更好的频率响应，使在这个频率范围内工作稳定。

功率放大级由 G_7 、 G_8 两个 6P3P (6Π3C) 组成推挽功率放大，从而抑制了二次谐波失真。

整流级 G_9 采用 5Z3P 组成全波整流器。电位器 R_{43} 可以平衡交流杂



声到最小值。进线交流电源可以任意选用110伏或220伏、50~60赫的单相交流电。

扩音机的输出阻抗与外接负荷阻抗必须匹配，即外接扬声器的总阻抗应该和所连接输出变压器端子的阻抗配合一致，所接用的全部扬声器的功率总和应不小于扩音机的额定输出功率，否则将严重影响音响强度与质量，甚至烧毁扬声器。

安装扬声器输送线时，必须注意不宜采用过长的线路和过细的导线，否则将会因线路损耗而降低有用功率。

三、维修

扩音机的所有组件都不应受潮。机器不能经受过分的振动。机箱四周应通风良好。保险丝应按规定使用。开机前应将各音量电位器关小，开机后再根据需要逐渐增大。

如发生故障，可参考下述方法进行检修。

1. 中、短波无声：可能原因是： G_4 或 G_5 损坏或松动；中频变压器断线；波段开关接触不良；帘栅电路电容器 C_{16} 短路；帘栅电阻 R_{20} 断路。

2. 中、短波音低：可能原因是：中频变压器失调； G_4 、 G_5 衰老；帘栅电路电阻 R_{20} 变值；波段转换开关接触不良；天线线圈断线； G_3 电子管衰老；中频变压器多股线已断了几股；天线短路。

3. 汽船声：可能原因是：各级去耦电容器容量不足或断路；帘栅电路电容器 C_{16} 断路。

4. 电报干扰：可能由于中频陷波线圈断线或接触不良。

5. 刻度不准：可能原因是：振荡频率偏移；垫衬电容器 C_{12} 或 C_{13} 变值；拉线圆盘松动；本振回路补偿电容器 C_{10A} 、 C_{10B} 、 C_{11} 断路。

6. 刻度指示灯不亮：小电珠接触不良或损坏；小电珠电源线中断。

7. 声音嘶哑或阻塞：可能原因有：自动音量控制电阻 R_{23} 断路；电阻 R_{25} 断路； G_7 、 G_8 栅路交连电容器 C_{25} 、 C_{26} 漏电。

| 管号 | 管脚 | 参考电压(伏) | 管号 | 管脚 | 参考电压(伏) |
|----------------|-----|---------|----------------------|-----|---------|
| G_1 (6N1) | 1 | 17 | G_6 (6N8P) | 6 | 78 |
| | 6 | 17 | | 7 | 1.7 |
| | 4-5 | 5.5 | | 2 | 100 |
| G_2 (6N2) | 1 | 87 | 3 | 2.8 | |
| | 3 | 1 | 5 | 168 | |
| | 6 | 90 | 6 | 71 | |
| | 8 | 1 | 7-8 | 6.3 | |
| | 4-5 | 5.5 | G_7, G_8 (6P3P) | 2-7 | 6.3 |
| G_3 (6N1) | 4-5 | 6.3 | | 3 | 421 |
| | 6 | 87 | | 4 | 321 |
| | 8 | 1.7 | 8 | 26 | |
| G_4 (6A2) | 3-4 | 6.3 | G_9 (5Z3P) | 2-8 | 5 |
| | 5 | 240 | | 4 | 370 |
| | 6 | 78 | | 6 | 370 |
| G_5 (6K4) | 3-4 | 6.3 | | | |
| | 5 | 240 | | | |

8. 功率放大管屏极发红：可能原因：阴极电阻 R_{35} 短路；阴极电容器 C_{27} 短路；指示小电珠通地； G_7 、 G_8 栅漏电阻 R_{33} 、 R_{34} 断路。

9. 收音和收音时无声：可能原因是： G_2 电子管松动或损坏； G_2 管屏

极电阻 R_{12} 断路。

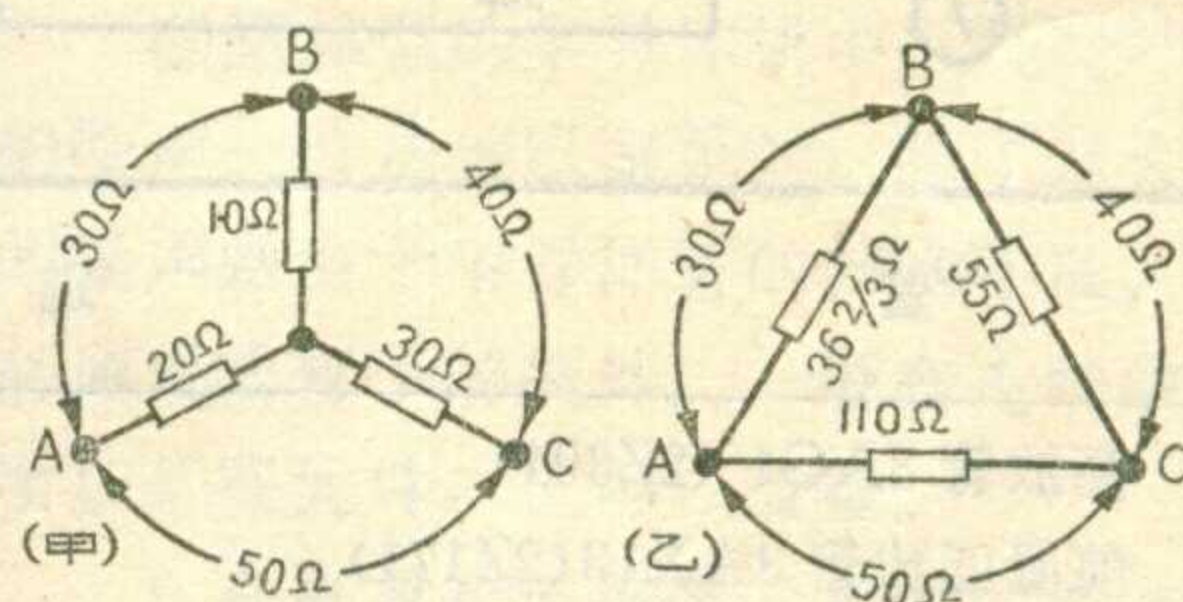
10. 收音正常但传声工作无声：可能原因是： G_1 电子管损坏； G_1 管松动； G_1 管屏极电阻 R_3 、 R_4 断路。

该机各管的各电极对地参考电压如表所列。

想想看答案

1. 透过电子管的玻璃管壳，可以看到有两只管子它的最外层电极是成圆筒形状的，这两只管子便是1A2和1K2，其中有一只第四脚在管内没有任何电极和它相连接，这一只是1K2。剩下的两只中，第二脚在管内无接线的一只是1B2，另一只便是2P2了。

2. 可能是按以下两种方法之一连接的：按串联方法如图甲，或按并联方法如图乙。



3. 他是用一般试电笔(电笔起子)

中的氖管测知的。方法是将一只电池的任一头和另一只电池的任一头连接起来，把下余的两个头接在氖管两端。若氖管有辉光，说明有90伏输出；若没有辉光则说明无输出。这时只须将任一电池的两个头互换一下即可。另外，根据氖管辉光的位置，还可以辨别电池输出两端的正、负极性。因为氖管在直流电压作用下，只有接电源负极的一端发辉光。这是因为管内的气体分子由于电离作用而产生的正离子都奔向电子较多的负极所致。在正离子与电子结合时，便会产生辉光。辉光的强弱，决定于电压的高低。一般直流电压在150伏以上时，用常用的100~550伏试电笔测试，负极辉光比较明显。但在测90伏左右的电压时，由于氖管的着火电压约在80伏左右，所以要把试电笔内的限流电阻去掉，直接用氖管判断，方较可靠。单块的乙电池，或甲电池都不能使其发辉光，因而无法判断。

普及型半导体收音机的维修

浩 波

随着无线电工业的发展和人民群众需要，国产的普及型半导体收音机品种、数量日益增多。这类收音机一般是高放来复式三管机，已经大量供应的有宝石4B2型、东湖B—31型、飞乐2P1型、珠江SB3—1型等近十种。这些收音机各有特色，但电路程式基本是相同的。这里以宝石4B2型三管机（电路如图1，参见1964年第6期介绍）为例，谈谈这类收音机的维修方法。

故障寻找

检修来复式三管机时，首先应测量所用干电池的电压，一般不宜低过额定值的70%，即电池为6伏的，电压不应低过4.2伏。其次应测量全机总消耗电流。这类收音机末级都是采用甲类输出，整机正常耗电为20~30毫安。在测得电池电压正常后，为了迅速查出故障所在，可以采用下面两种方法进行：

一、直觉检查 用手捏着小螺丝刀的金属杆去触碰各级半导体管的基极（应注意不可以碰到其他元件），从扬声器里听人体感应声音的大小，来判断各级故障所在。可先用螺丝刀去触碰功率放大管的基极，这时能在扬声器里听到“咯咯”声，则功率放大级工作正常。再用螺丝刀去触碰前置低频放大管的基极，听到的“咯咯”声比前更响，说明这一级工作也正常。再用同法碰试高频放大管的基极，如听到更大的“咕咕”声，则为工作正常，这样故障可能是在调谐电路中。但在查到那一级不响时，则故障应在这一级里寻找。

二、电压测量 一般确定故障，可以检查各级半导体管的集电极电流。但是这样往往要将电路断开，才能串入电流表测量，既费时又容易损坏元件。采用电压测量的方法则比较

方便，只要将电压表或万用表的电压档，按照被测机的电源额定电压选择适当量程，将正表笔接收音机电池正端，用负表笔去测半导体管各极的电压是否正常。例如宝石4B2型机，各半导体管的各极电压正常值如下表。检查时发现哪一管的哪一极电压不正常，则可从这一极电路中去寻找故障。

常见故障

一、完全无声

1. 电源部分：测得总消耗电流为零时，可能是①电池接触不良或用完；②电源接线开路；③电源开关接触不良或损坏。测得总消耗电流过大时，可能是①电源接线短路；②电源去耦合电容器（ C_{14} 或 C_{10} ）短路。

2. 功率放大级：①测得总消耗电流值正常时，可检查扬声器接线或音圈断线。②测得集电极电压为零时，可查输出变压器初级开路或断线。③测得基极电压为零时，可查基极偏流电阻 R_9 开路或 R_{10} 短路，以及输入变压器次级开路。

3. 前置低放级：①测得集电极电压为零时，检查输入变压器初级开路

或接线断开。②测得总消耗电流值正常时，可查基极信号耦合电容器 C_{11} 是否开路。

4. 高放来复级：①测得集电极电压为零时，可查集电极至检波级耦合电容器 C_8 是否与地短路。②测得集电极电压小至0.1~0.2伏时，可查高频扼流圈 L_4 是否开路。③测得基极电压为零时，可查基极输入线圈 L_3 或偏流电阻 R_2 开路。

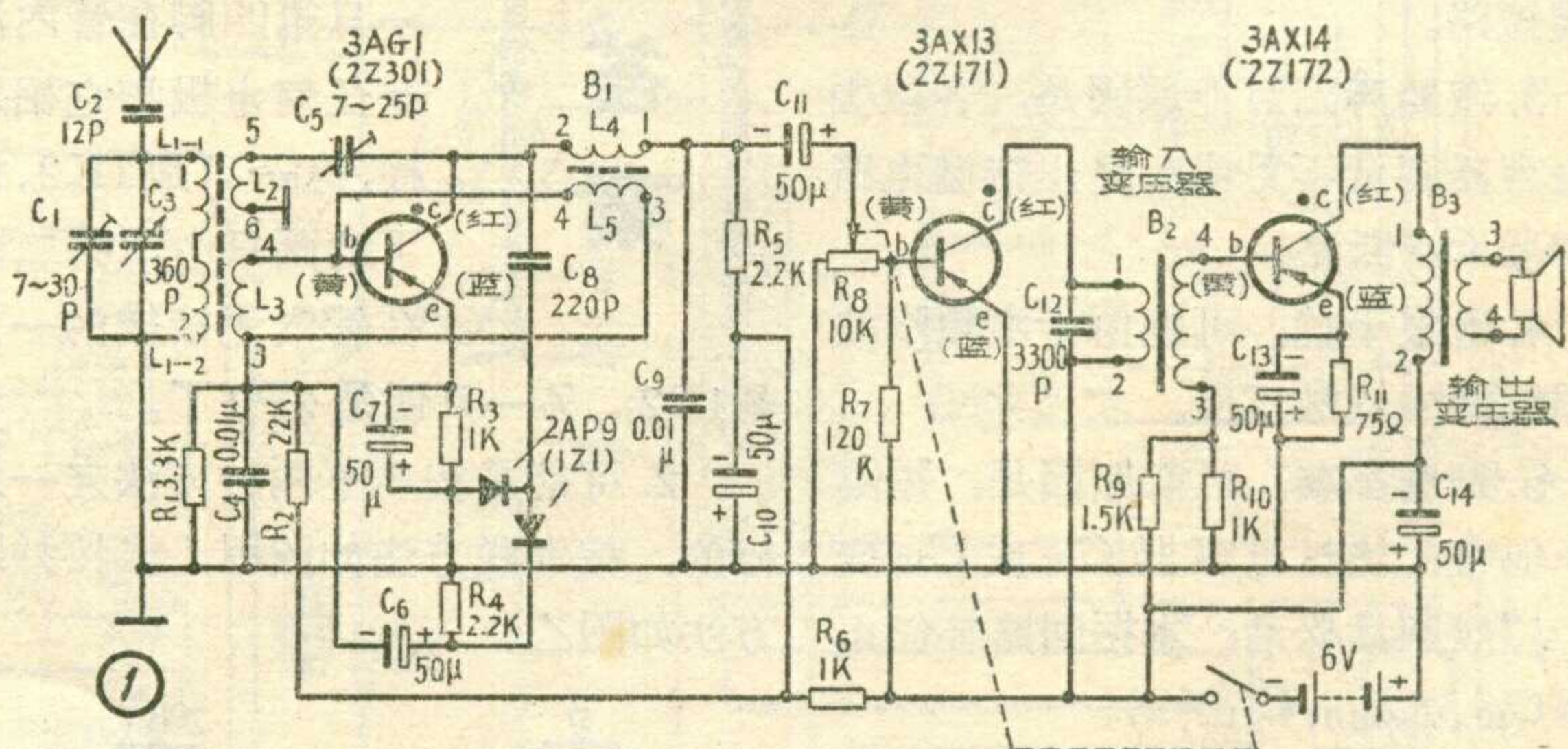
5. 调谐部分：一般是天线线圈 L_1 开路、短路或接线断开。这时测量整机电压、电流值还是正常的。

二、啸叫声

在来复式三管机电路中，为了提高高放增益，一般都在高放级加有正反馈，即再生电路，而且都为半固定式的。因此在再生调得接近临界点，或是电源电压、环境温度发生变化时，都容易引起再生过强，出现啸叫。这种故障一般是在以下情况产生：

1. 更换新电池后，电源电压升高超过额定值（新电池每节一般可达1.6~1.7伏），使高放管基极偏流升高，集电极电流增大，引起再生过强产生啸叫。

2. 调谐电路的元件或接线与再生电路的元件或高频扼流圈位置移动，会产生高频耦合，引起再生过强啸叫。例如宝石4B2型机的 L_{1-1} 与 L_{1-2} 黄色接线，及 L_{1-1} 与单连电容器定



| 管 别 | 集 电 极 | 基 极 | 发 射 极 |
|---------------------|--------|--------|--------|
| 高放管 3AG1 (2Z301) | -4 伏 | -0.7 伏 | -0.5 伏 |
| 前置低放管 3AX13 (2Z171) | -5 伏 | -0.2 伏 | 0 伏 |
| 功率放大管 3AX14 (2Z172) | -5.5 伏 | -0.2 伏 | -0.2 伏 |

片端的白色接綫过分靠近高频扼流圈时，就会引起啸叫。

3. 环境温度升高，或高放管的 β 值变高，会使集电极电流增大，引起再生过强啸叫。

上述故障一般可从减小再生电容 C_5 的容量来消除。但有些是高频管的 β 值变化很大，稳定性太差，这时则須更換高频管解决。另外有时啸叫伴有汽船声，则多是电源电池使用日久，降压后内阻升高，或是电源去耦电容失效引起。所以在检修啸叫声时，首先应测量电池电压是否正常，然后再去调节再生电容，或整理电路接綫。对在波段的频率低端出现啸叫，可减小高频扼流圈电感，或将它的位置移动，使它离开天綫綫圈远一些，至啸叫停止再固定。例如飞乐 2P1 型机可按底板上的槽移动后再固定。宝石 4B2 型机可将高频扼流圈的铁粉心旋出些，甚至可以取去不用，以减小电感。

三、失真

1. 测得总消耗电流值正常，整机选择性亦较好，这时失真度达到 16%~30%，一般是再生调得过于接近临界点所产生的，只要将再生电容器调小一点即可改善。如仍有失真现象，则是功率放大管 β 值过低所引起。 β 值愈低，失真度愈大，甚至可达 40% 左右，这时只好更换新功率放大管。

2. 测得总消耗电流下降，而且失真夹带沙哑，音量小，多是电池电压下降过大所引起，应当更换新电池。

3. 开始收听时工作正常，收听十分钟到半小时后音量减低，且沙哑失真，测量总消耗电流值增大，这时触试功率放大管烫手。如将电源断开，待功率放大管冷却后再唱又恢复正常。这多是功率放大管集电极电流因环境温度升高而增大，严重的甚至接近击穿。这时应将它的偏流调小，或更换新管。

4. 检波负载电阻变值，也会引起失真，一般是阻值愈高、失真愈大。例如宝石 4B2 型机为提高音质，如将 R_4 由 2.2 千欧改为 560 欧，可大大改善大信号失真。

5. 前置低放级输出过大，也会引

起失真，一般是集电极电流增大所致，可以减小基极偏流来改善。

四、灵敏度低

来复式三管机的灵敏度一般为 5~15 毫伏/米，调到最佳可达 0.5 毫伏/米。但当它的电源电压下降为额定电压的 75%，灵敏度将下降到 25~50 毫伏/米。所以检修灵敏度低时，应首先测量电源电压。

1. 测得电源电压正常，常见为再生增益不足，影响灵敏度下降，一般可用增加再生电容量来提高，如遇再生不起作用，多为再生电路开路或再生綫圈两头接反。

2. 在波段的频率高端和低端灵敏度出现不均匀，可以重新反复调试再生电容与高频扼流圈电感来改善。

3. 在维修中，也可以适当加大检波负载电阻 R_4 的阻值，以提高第一低放音频输入，或增加高放输入回路綫圈 L_3 的圈数，以提高传输系数，来提高整机灵敏度。但前者必须不影响大信号失真，后者不影响选择性。

五、选择性差(即串台)

1. 除了近地有强力电台大信号输入，必须利用磁性天綫的方向性来改善外，多是由于天綫綫圈的 Q 值下降引起。常见的是用多股綫绕制的綫圈有几股断綫，或短路、受潮所致。

2. 再生增益随电源电压降低而下降，影响全机灵敏度，特别是频率低端、中部(1000 千赫)选择性变差。这可加大再生和增加高频扼流圈的电感量来改善。

3. 如上述两点都是正常的话，将输入綫圈 L_3 拆除几圈，可以使选择性得到改善。

六、噪声大

在简易型的半导体机中，“沙沙”的噪声一般是难以避免的，除了过大的噪声是由于半导体管的特性不良，必须更换管子解决外，一般在电路中增加某些元件，也可以改善。

1. 在高放管或前置低放管的集电极与基极之间加接一只 120~470PF

电容，噪声可以降低。

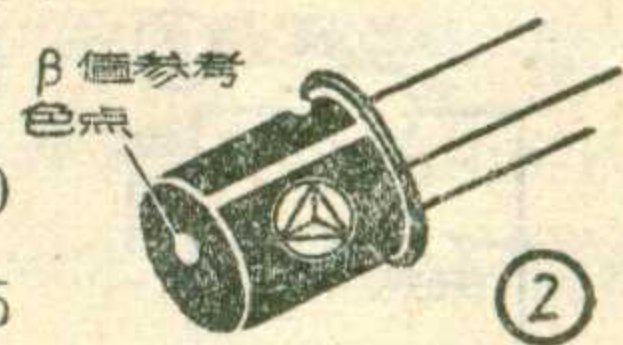
2. 前置低放级的增益过高，常会引起噪声增大，可以由减小这一级的偏流来改善。例如宝石 4B2 型机的 R_7 可选用 80 千欧至 120 千欧值，使偏流较低，以改善噪声。另外在它的集电极电路中串联一只 1000~1500 欧电阻，降低集电极电压，也可使噪声得到改善。

3. 检修时将来复低放与前置低放级的耦合电容器断开(即宝石 4B2 型机中的 C_{11} ，也可只将它的电位器 R_8 关小)，来区分噪声产生于哪一级。开路后噪声显著减小或消除，则是由高放管产生的。如仍有则是由前置低放管产生的。

其他

1. 工厂生产的半导体三管机，所用半导体管多是经过选择，按不同的 β 值分类搭配使用，以达到一定的性能指标。半导体管的 β 值是在管顶以色点为标记(见图 2)。各种色点代表的 β 值意义如下：

橙 20~40 黄 40~50 ~65 紫 65~85 白 85~110 棕 110~140 黑 140~180 (误差 5%~10%)。



维修中需要更换半导体管时，应当尽可能按原来 β 值色点配换，以保持原有性能。原无色点标记的，可参考宝石 4B2 型机的色点搭配如下：

(1) 3AX13 原为 40~85 (黄、绿、紫)的，3AX14 可配用 65~140 (紫、白、棕)；

(2) 3AX13 原为 20~50 (橙、黄)的，3AX14 可配用 85~180 (白、棕、黑)；

(3) 3AX13 原为 85~110 (白)的，3AX14 可配用 65~85 (紫)。

2. 由于三管机输出功率有限，要获得较高的声压和音质，可将扬声器改用高效型的(如华北厂 YDL1-1 型 8 欧 0.1 瓦型)，配上合理的机箱，可以获得更丰富的音色。曾试将宝石 4B2 型三管机换用上述高效扬声器，音质大有改善。



永 为

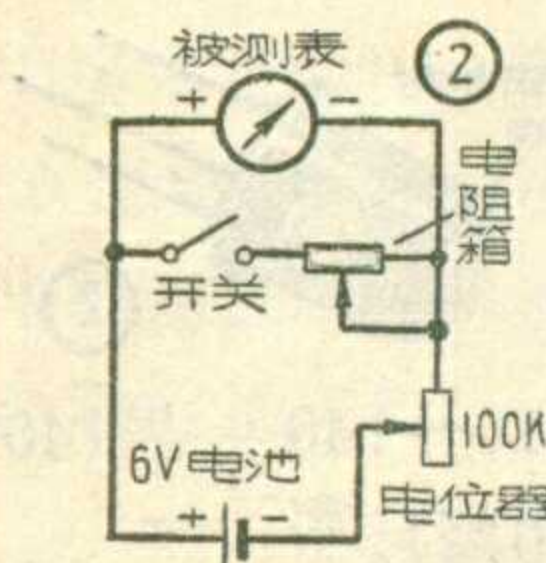
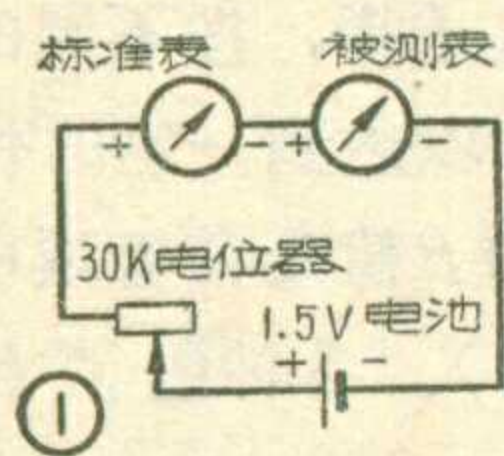
爱好者手头若有一只完好的磁电式直流微安表（或毫安表）表头，仿照以下方法计算设计，就能很容易地制成一只实用的万用电表，它的测量范围和准确度可以和简单的工厂产品相比，能够满足一般业余测量需要。

也作为分流器的一部分。这种方法可使因电池电压下降而引起的测量误差较小。电池可以采用 1.5 伏小型干电池。交流档的整流器采用仪表用氧化铜整流器（半波），或用两只半导体二极管（如 2AP1 或 2AP9）也可以。

（一）表头灵敏度和内阻的测定

先将微安表表头，以标准电表（可用一般万用电表的直流电流最小一档）为准，测出它的灵敏度 I_0 。例如按图 1 所示电路，把电位器从阻值最大处渐渐减小，使被测表头偏转到达满刻度，从标准电表上得知这只微安表的灵敏度，即满刻度的电流值 $I_0=87$ 微安（这是笔者

实验时所用表头的灵敏度，以下所举的各数值都是以它为根据计算的），同时并把它表盘刻度 10%、20%……90% 各处的数值加以测试，以了解它的直线性。这只表头各处电流值最大偏差不超过 5%，说明它是准确好用的。



然后，再用图 2 电路测定出它的内阻 R_{M0} （注意：表头不可直接用万用表电阻档去测量它的内阻）。先不接通开关，调节电位器使表头指针到达满刻度，然后闭合开关，表头指针必然下降。这时调节电阻箱（可用有滑臂抽头的 2~5 千欧绕线电阻代替），使表头指针指在表盘中心。这时电阻箱的阻值便是这只表头的内阻 R_{M0} ，在这里 $R_{M0}=1420$ 欧。测量时使用的电池电压愈高，电位器阻值愈大，准确度也愈高。所用电池最好在 6 伏以上，电位器也要用 100 千欧以上的。

（二）电路的设计

先确定出电表要具备的测量档范围。一般可将直流电流分为三档，即 1 毫安、10 毫安及 100 毫安。直流电压分为三档，即 10 伏、100 伏及 500 伏。直流电阻分为二档，即 $R \times 1$ 及 $R \times 10$ 。交流电压分为三档，即 10 伏、100 伏及 500 伏。以上共计 11 档，已可满足一般使用需要。电表的结构采用图 3 的电路，优点是简单易制。电路中的转换开关选用 2 刀 11 掷的，也可以用两层的波段开关改制，或者利用香蕉插孔做成为插接式的。直流电阻档的调零点电位器（图 3 中的 R_{S5} ）为 500 欧的绕线式电位器，它串联在电流档的分流器中，同时

（三）各档电阻计算方法

①直流电流档 首先在表头上串联一只电阻 $R_0=80$ 欧，作用一方面是使表头内阻成为整数，即 $R_M=R_{M0}+R_0=1420+80=1500$ 欧，便于计算；另一方面在以后还可以调节这只电阻来微调电表的灵敏度。但是所加电阻不要过大，以免降低万用电表的灵敏度。串联了这只电阻以后，就可以计算并联在表头上的分流器。为了使并联分流器之后表头回路的灵敏度 I_M 为整数值，这里取 $I_M=200$ 微安。这个电流数值取得小些，分流器阻值就要大些，这样在测量时电表会影响被测电路中的电流。若取得大些，那么电压档的倍增器电阻值就要小些，这样在测量时又会影响电路，使测量数值偏低。所以一般选取分流器的总电阻值约与表头内阻相当，使通过电路中的电流增加一倍左右。

表头回路的灵敏度确定以后，所加分流器的总电阻 R_S 在回路中的关系是

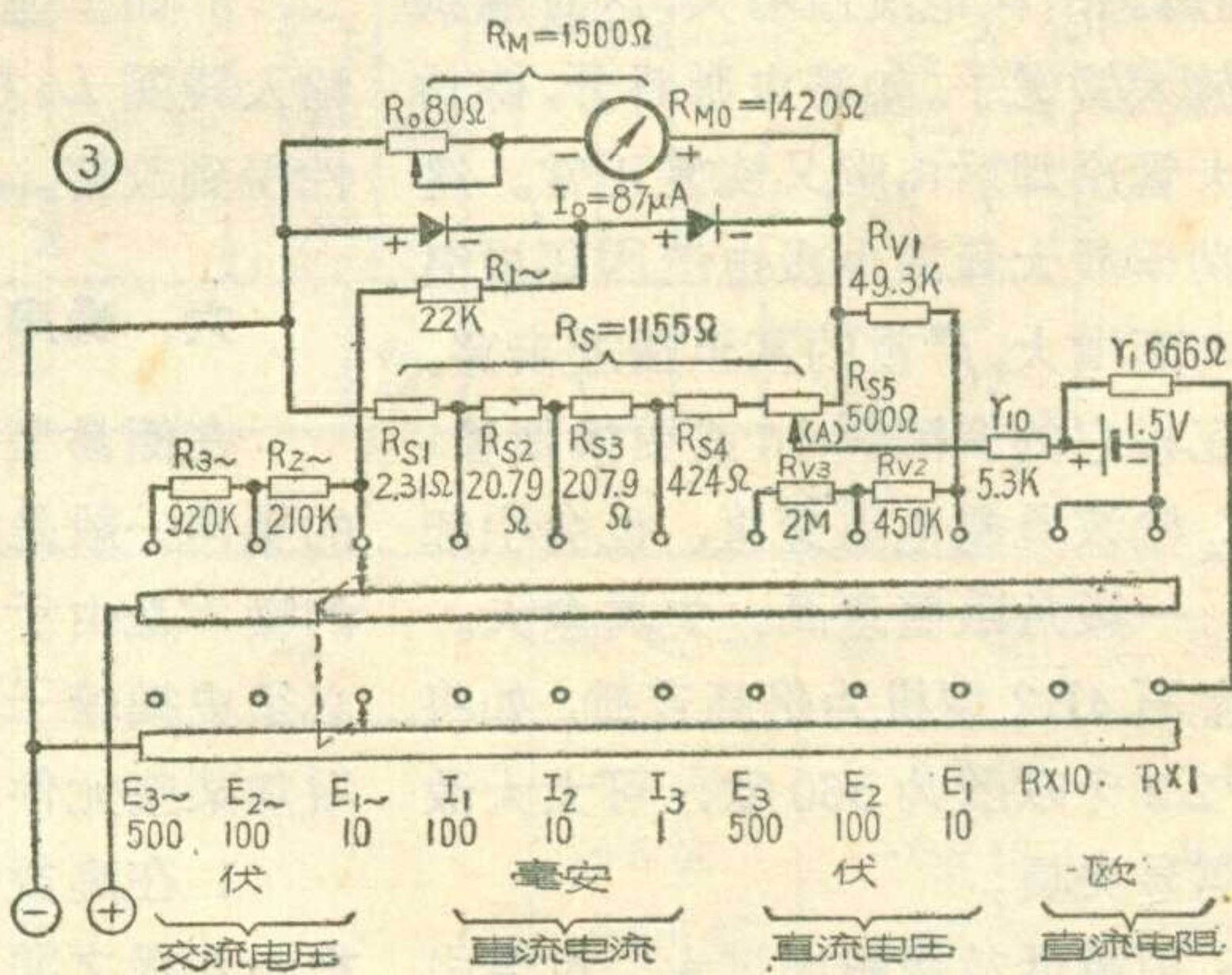
$$I_0 \times R_M = (I_M - I_0) \times R_S,$$

所以，

$$R_S = \frac{I_0 \times R_M}{I_M - I_0} = \frac{0.000087 \times 1500}{0.0002 - 0.000087} = 1155 \text{ 欧}.$$

回路内虽然还接有测量交流电压时用的整流器，它的反向电阻很大，在这里可以略去不计。

分流器的总阻值 R_S 确定后，就可以计算各分档的



分流器阻值了。它只是与各档的电流值成反比例关系，与表头内阻无关。所以 100 毫安 I_1 档分流器 R_{S1} 的阻值与分流器总阻值 R_S 的关系为

$$\frac{R_{S1}}{R_S} = \frac{I_M}{I_1}, \text{ 即 } R_{S1} = R_S \frac{I_M}{I_1} = 1155 \times \frac{0.0002}{0.1} = 2.31 \text{ 欧。}$$

依此类推：10 毫安 I_2 档的计算方法是

$$R_{S1} + R_{S2} = R_S \times \frac{I_M}{I_2} = 1155 \times \frac{0.0002}{0.01} = 23.1 \text{ 欧，}$$

所以 $R_{S2} = (R_{S1} + R_{S2}) - R_{S1} = 23.1 - 2.31 = 20.79 \text{ 欧；}$

以下 1 毫安 I_3 档 $R_{S1} + R_{S2} + R_{S3} = R_S \times \frac{I_M}{I_3} = 1155 \times \frac{0.0002}{0.001} = 231 \text{ 欧，}$ 那么， $R_{S3} = (R_{S1} + R_{S2} + R_{S3}) - (R_{S1} + R_{S2}) = 231 - 23.1 = 207.9 \text{ 欧。}$ 当然 $R_{S4} + R_{S5} = R_S - (R_{S1} + R_{S2} + R_{S3}) = 1155 - 231 = 924 \text{ 欧。}$ 由于电阻档的调零点电位器 R_{S5} 用的是 500 欧，那么 $R_{S4} = 924 - 500 = 424 \text{ 欧。}$

②直流电压档 因为 $I_M = 200$ 微安是已经确定了，那么各档倍增器 R_V 的电阻应用 $R'_V = \frac{E}{I_M}$ 来计算。所以 E_1 (10 伏) 档倍增器电阻值应有

$$R'_{V1} = \frac{E_1}{I_M} = \frac{10}{0.0002} = 50 \text{ 千欧，}$$

由于表头与分流器的并联电阻已有

$$\frac{R_M \times R_S}{R_M + R_S} = \frac{1500 \times 1155}{1500 + 1155} = 652 \text{ 欧，}$$

所以这档串联一只 $R_{V1} = 49.3$ 千欧的电阻就可以了。 E_2 (100 伏) 档应有 $R'_{V2} = \frac{E_2}{I_M} = \frac{100}{0.0002} = 500 \text{ 千欧。}$ 减去 E_1 档已有的阻值之后，这档倍增器 R_{V2} 的阻值应为 450 千欧。按照同样方法计算出 E_3 (500 伏) 档倍增器 R_{V3} 应取 2 兆欧。

③直流电阻档 这档采用一只 $E = 1.5$ 伏的干电池作为电源。当电池用旧后，电压将降低到 $E_{小} = 1.2$ 伏，这时把调零点电位器 R_{S5} 调节到图 3 中的 (A) 处，电表应当还能进行测量，即供给 $I_M = 200$ 微安，电表指针指到满刻度。因此电阻 $R \times 10$ 档电路中的电阻 r'_{10} (它是这一档的内阻) 应为：

$$r'_{10} = \frac{E_{小}}{I_M} = \frac{1.2}{0.0002} = 6000 \text{ 欧。}$$

由于表头与分流器并联后电阻已有

$$\frac{R_M \times R_S}{R_M + R_S} = 652 \text{ 欧，}$$

所以这档只要串联一只 $r_{10} = 5.3$ 千欧就可以了。电阻 $R \times 1$ 档电路中的电阻应为：

$$r'_1 = \frac{r'_{10}}{10} = \frac{6000}{10} = 600 \text{ 欧，}$$

因此需要并联一只电阻 r_1 ，使电路的电阻等于这个数值即可。利用计算并联电阻方法，可以求得这只电阻数值为

$$r_1 = \frac{r'_{10} \times r'_1}{r'_{10} - r'_1} = \frac{6000 \times 600}{6000 - 600} = 666 \text{ 欧。}$$

④交流电压档 这档采用仪表用氧化铜半波整流器或两只半导体二极管接成半波整流电路。在半波整流电路中，电表流过的直流电流 (平均值) 只是输入交流电 (有效值) 的 0.45 倍，所以交流档满刻度时的电流应有 $I_{\sim} = \frac{I_M}{0.45} = \frac{0.0002}{0.45} = 440$ 微安。因此 $E_{1\sim}$ (10 伏) 档的电阻应为 $\frac{E_{1\sim}}{I_{\sim}} = \frac{10}{0.00044} \approx 23$ 千欧。由于氧化铜整流器或半导体二极管的内阻约为 500 欧，加上表头与分流器并联电阻是 652 欧，它们的总阻值有 1.1 千欧，所以这一档串联一只 $R_{1\sim}$ 将近 22 千欧的电阻即可。依此类推， $E_{2\sim}$ (100 伏) 档应为 $\frac{E_{2\sim}}{I_{\sim}} = \frac{100}{0.00044} \approx 230$ 千欧，减去 $E_{1\sim}$ 档的电阻，所以 $R_{2\sim}$ 应取将近 210 千欧的电阻。用相同的方法求得 $E_{3\sim}$ (500 伏) 档的电阻 $R_{3\sim}$ 应为将近 920 千欧。

(四) 绘制表盘刻度

直流电流及直流电压各档的刻度绘制比较容易，即将表头原来的刻度盘等分刻度就可以了，零点是在表盘左侧。

电阻档的分度不是等分的，可以用下列公式求出各电阻值应按百分度绘出的位置：

$$\frac{r'}{r' + r_x} \times 100 = n$$

其中 r_x 是应绘在表盘上的电阻值； r' 是电阻档的内阻， n 表示表盘上按百分度的位置。按百分刻度表盘的右侧“100”是“0”欧的位置。例如 $R \times 1$ 档的内阻 $r'_1 = 600$ 欧， r_x 为 600 欧时，用上式可以求得这个电阻值的位置应该绘在表盘的 50% 处。依此方法可以绘出其他各阻值应当处在的位置。

交流档分度也不是等分的，它没有一定的关系式，这是由于整流器为非线性的关系，电压愈小，刻度将愈低于直流电压分度。所以最好的方法是在校验好满刻度的数值之后，也就是以满刻度为基准，调准各倍增器，再进行其他位置的分度。这样做交流分度可以画得很准确。笔者采用两只半导体二极管 2AP9 (1Z1) 作为整流器，交流档分度基本上是等分度的，可以与直流电压档合用一个刻度。

(五) 电阻选择

各档所用的电阻都应当经过仔细测量选定，务求找到与计算数值相同的电阻。分流器上各个数值小的电阻要用有绝缘外皮的电阻丝绕制，阻值很低的，如 R_{S1} ，也可用铜漆包线代替，绕成为迭层式的。这些电阻阻值较小，若用万用电表去测定，误差较大，有条件的应当使用直流电桥来测量。最好各电阻先选用稍大一点的阻值，在校准电表过程中再适当减小，以求准确。阻值较大的分流器，如不用电阻丝绕制，可用炭膜电阻代替，

(下转第 5 页)

电阻的串联和并联

在一个电路里，常常要连接几个电阻。如果电路比较复杂，例如超外差式收音机的电路，用的电阻就更多了。那么，怎么把这些电阻连接到电路里去呢？

我们可以像图1甲那样，把几个电阻顺次地连接到电路里，这样的连接法叫做“串联”。串联电阻的符号如图1乙所示。

在图2甲中，我们把电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 串联后，接到一个1.5伏的电池上。可以明显地看出，电路里的全部电流要流过每一个电阻。

用电流量一下这个电流，就知道它等于10毫安。如果把另外一个电阻 R 接到电路里(图2乙)，使 $R=R_1+R_2+R_3$ ，再量一下电流，可知它也等于10毫安。由此可见，电阻 R 在电路里所起的作用和 $R_1+R_2+R_3$ 是一

样的。这就是说，串联后的总电阻等于各个串联电阻的和。用公式表示就是 $R_{串总}=R_1+R_2+R_3$ 。

如果上式中的 $R_1=R_2=R_3$ ，那么 $R_{串总}=3R_1$ 。从这里又可以看出，相同阻值的电阻串联后，总阻值等于电阻个数与单个电阻值的乘积。

在什么情况下需要将电阻串联使用呢？

1. 为得到适当的阻值。例如一个267欧的电阻，就可以用一个220欧和一个47欧的电阻串联得到，当然用其他阻值的串联也可以，只要加起来等于所需阻值就行。

2. 为提高耗散功率。例如我们需要一个1瓦100欧的电阻，而手中恰恰没有1瓦的100欧电阻，这时就可以用两个 $\frac{1}{2}$ 瓦50欧的串联使用，这样不但使串联后总阻值等于需要的电阻，而瓦数相加也正好等于规定值。

3. 作成分压器。请看图3。当 $R_1=R_2=R_3$ 时，它们就把电压分成三等分。只要适当选择各分压电阻的阻值和电阻个数，就可以做成不同的分压器。

我们也可以像图4甲那样，把几个电阻并排地连接到电路里，这种连接法叫“并联”。并联电阻的符号如图4乙所示。

电阻并联后，电路的总电

流要分别从每一个电阻中流过去(见图5)。电流的通路多了，遇到的阻碍也就小了，所以电阻并联后其总阻值要变小。

如果是两个电阻并联，计算 $R_{并总}$ 的公式就是 $\frac{1}{R_{并总}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ 。把这个式子变化一下就得 $R_{并总} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ 。

若 $R_1=R_2=R$ ，则 $R_{并总} = \frac{R^2}{2R} = \frac{1}{2}R$ 。可以明显地看到，两个相同阻值的电阻并联后，其总阻值为每个电阻值的二分之一。如果是很多个电阻并联，计算总阻的公式就是

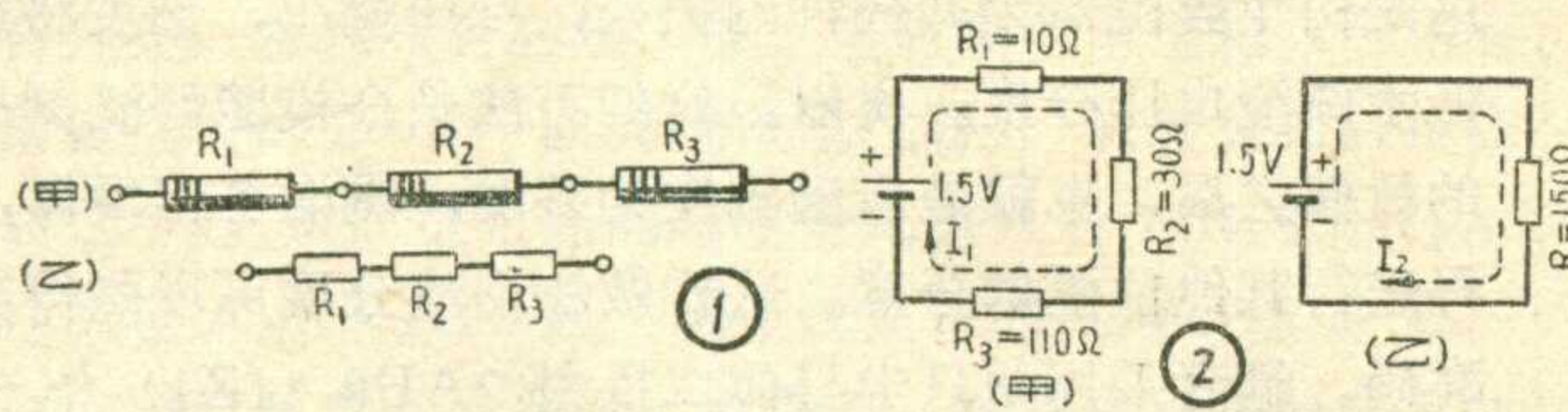
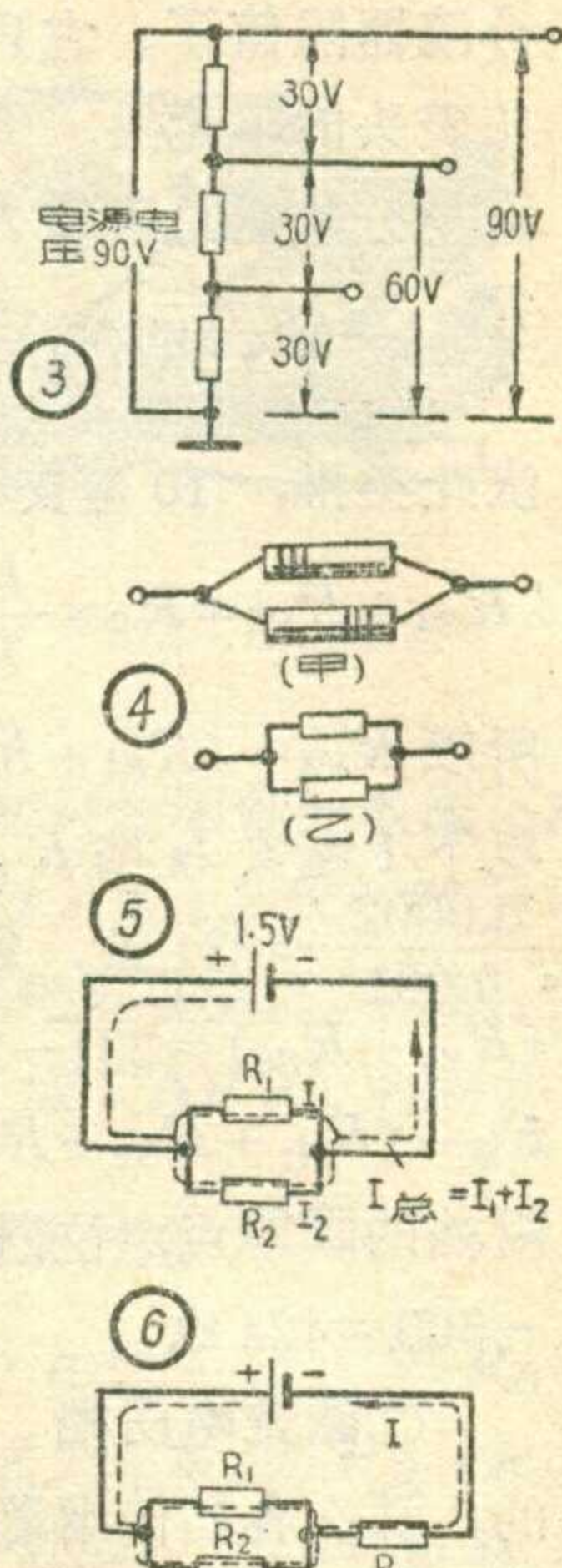
$$\frac{1}{R_{并总}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

同样，当 $R_1=R_2=R_3=\dots=R_n$ 的时候， $\frac{1}{R_{并总}} = \frac{n}{R_n}$ (n 为并联电阻的个数)。将上式倒过来，则得 $R_{并总} = \frac{R_n}{n}$ ，这就是说， n 个相同阻值的电阻并联后，其总阻值为每个电阻值的 n 分之一。

在图6中，两个电阻并联后，又去和另外的电阻串联。由于并联和串联电路都有，所以叫做混联电路。

在图6中，两个电阻并联后，又去和另外的电阻串联。由于并联和串联电路都有，所以叫做混联电路。

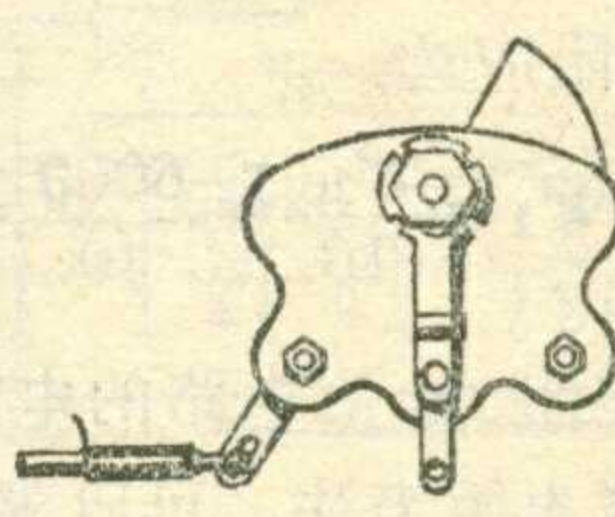
在图6中，两个电阻并联后，又去和另外的电阻串联。由于并联和串联电路都有，所以叫做混联电路。



使用便利的再生电容器

在简易型高放来复式半导体收音机中都有一只小容量半可变电容器，用来调节高放再生的强弱(例如本期下页图1中的 C_3)。这只电容器可以自己制作，具体方法是：截取一段1.0毫米(19号)左右的漆包铜线，把它的一端焊牢在调谐电台的可变电容器定片接线端上，作为电容器的一极。

再用长约30毫米、粗细为套入铜线后可以松动移动的塑料管，在它上面用0.31毫米(30号)漆包或纱包线，靠一端密绕约40~50圈，尾端留出适当长度的引线，绕好后用石蜡粘牢，然后再把塑料管套到定片端的铜线上，作为电容器的另一极(如图)留出的引线焊到第一只半导体三极管的



集电极端，这样控制再生的微调电容器就完成了。收听时只须出入轻轻地移动套管，就能随意调整再生的强弱，而且天线线圈上还可以不必抽头。如能在机箱侧面或面板上开上一个略大于套管直径的小孔，让套管伸出来，使它可以随时调节，使用起来就更便利了。

(晓泰)

用高频管装的半导体单管机

韦立

这是一种采用磁性天线的半导体单管机。由于采用来复式工作方法，

一个高频半导体三极管起了两个管子的作用，先放大高频信号，后又放大低频信号，此外还采用再生和倍压检波电路，所以灵敏度和选择性都好。这种电路的工作原理可以参看本期半导体知识栏的文章，这里我们只简单谈一下。

一、电路原理

见图1，从磁性天线收到各电台的高频信号，经过调谐回路 L_1C_1 的选择，选出要收听的信号，通过感应送给 L_3 ，再送给高频三极管 BT 放大，放大后的高频电流一路经 C_2 、 C_3 、 R_1 回送到输入回路完成再生，另一路通过 C_4 加到两个半导体二极管 D_1 、 D_2 进行倍压检波。检波后在 R_2 、 R_3 上得到的音频电压又加到半导体管 BT 的基极 b 和发射极 e 之间进行低频放大，放大后的低频信号从基极经过高频扼流圈 RFC 送给耳机发声。

增大或减小再生电路内的 C_2 和 C_3 ，可以使再生相应地增强或减弱；但增大电阻则使再生减弱。增强再生虽然可以提高灵敏度和选择性，但再生太强会发生啸叫。一般再生电路的缺点是在波段高、低两端的再生作用不平衡，往往收高端频率高的电台时再生嫌强，收低端频率低的电台时则再生比较弱。为了克服这一缺点，增加一个再生圈 L_4 ，这个再生圈串接在高频扼流圈的后面，借以限制高端频

率电流，而低端频率电流则较易通过，从而加强了低端的再生。

二、元件的作用和选择

R_1 的作用是稳定再生，可在 $50\sim 500$ 欧内选取。 R_2 和 R_3 配合，用以调节半导体管的偏流，以适应接收不同电台时的需要， R_3 在使用中随时调节，可以控制收音机的音量，用超小型 $4.7K$ 的或 $50K\sim 100K$ 大型的。这两种情况下要求的 R_2 不同。 R_2 在装机时一次调好，以后不再变动。如无电表调试，可在 40 千欧 ~ 150 千欧范围选一些电阻逐上去试听，到声音最大而又好听为止，此时 R_3 调到阻值偏大的位置。

电容器 C_1 以采用空气式单连可变电容器较好，如只能买到容量小些的也能用，只要将 L_1 多绕几圈。云母或塑料绝缘的不够灵敏，也不经久。 C_2 和 C_3 的作用已如前述。 C_2 可在 $50\sim 250$ 微微法之间选用。 C_3 采用云母介质或瓷介质半可变微调电容器，最小容量 4.5 微微法，最大 20 微微法，国产品有许多种，容量稍有差别无妨。 C_4 的作用是只让高频电流通过而阻止音频电流，要求用质量高的，最好用云母的或陶瓷的，不允许有漏电，容量在 $1,000\sim 4,000$ 微微法内的都可用。 C_5 的作用是让高频电流畅通，容量要足够大，可在 $0.005\sim 0.02$ 微微法之间选取。

电容器 C_6 用以滤去残余高频，可

用纸介或瓷介的，在 $1,000\sim 4,000$ 微微法内选取。 C_7 是防止电池用旧时通

过电池耦合引起啸叫声，容量用大一些的好，最好用 100 微法小型电解电容器，不要小于 30 微法。 C_{S1} 可起高频旁路作用，容量用得大些可使声音圆润些，但容量太大则太闷，发音不清楚。

线圈都用七股以上的纱包或丝包多股漆包线循一个方向绕制。先在磁棒上用青壳纸或蜡布做成纸圈，然后绕线圈。 L_1 绕 52 圈； L_2 绕 8 圈； L_3 绕 8 圈； L_4 绕 9 圈。

耳机可采用耳塞子或其他耳机， $2,000$ 欧或 $4,000$ 欧的都可以，阻抗低些比较好。

高频扼流圈 RFC 可利用旧中频变压器的一个线圈代替，或购售品 2.5 毫亨左右的。也可以自绕，用一个旧中频变压器小磁心或磁环（外径约 10 毫米），在上面用 0.1 毫米左右漆包线绕 $300\sim 500$ 圈。

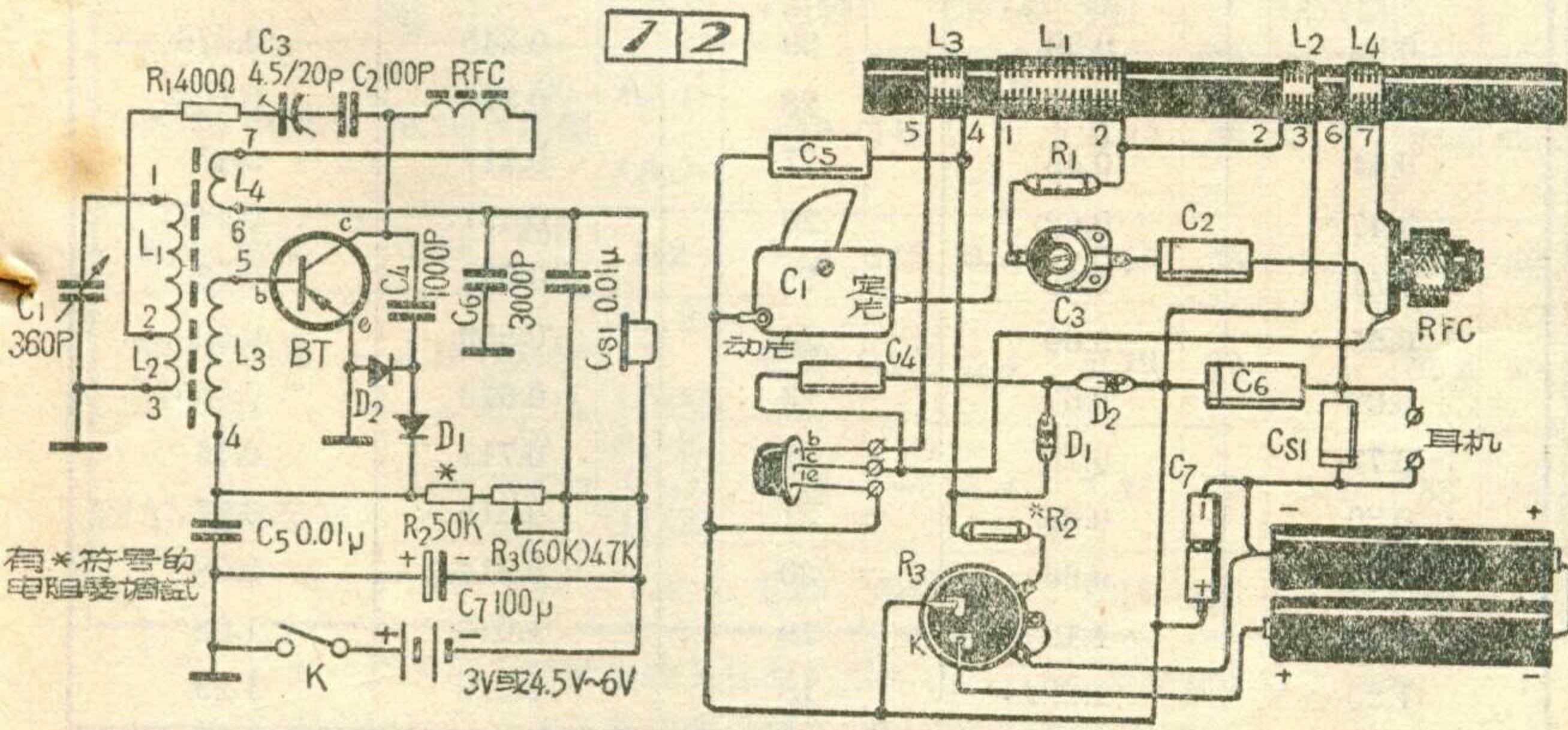
BT 是高频半导体三极管，型号不拘，如 $3AG11$ ($\Pi 401$) $\sim 3AG14$ ($\Pi 403A$) 和 $3AG1$ ($2Z301$) $\sim 3AG4$ ($2Z304$)，以及 $ZK 306\sim ZK 309$ 等都可用。高频管的截止频率愈高，放大系数愈大，收音机灵敏度愈高。

D_1 和 D_2 可用任何型号的点接触型半导体二极管，正、反向电阻相差愈大愈好。

图2是安装图，供制作中参考。

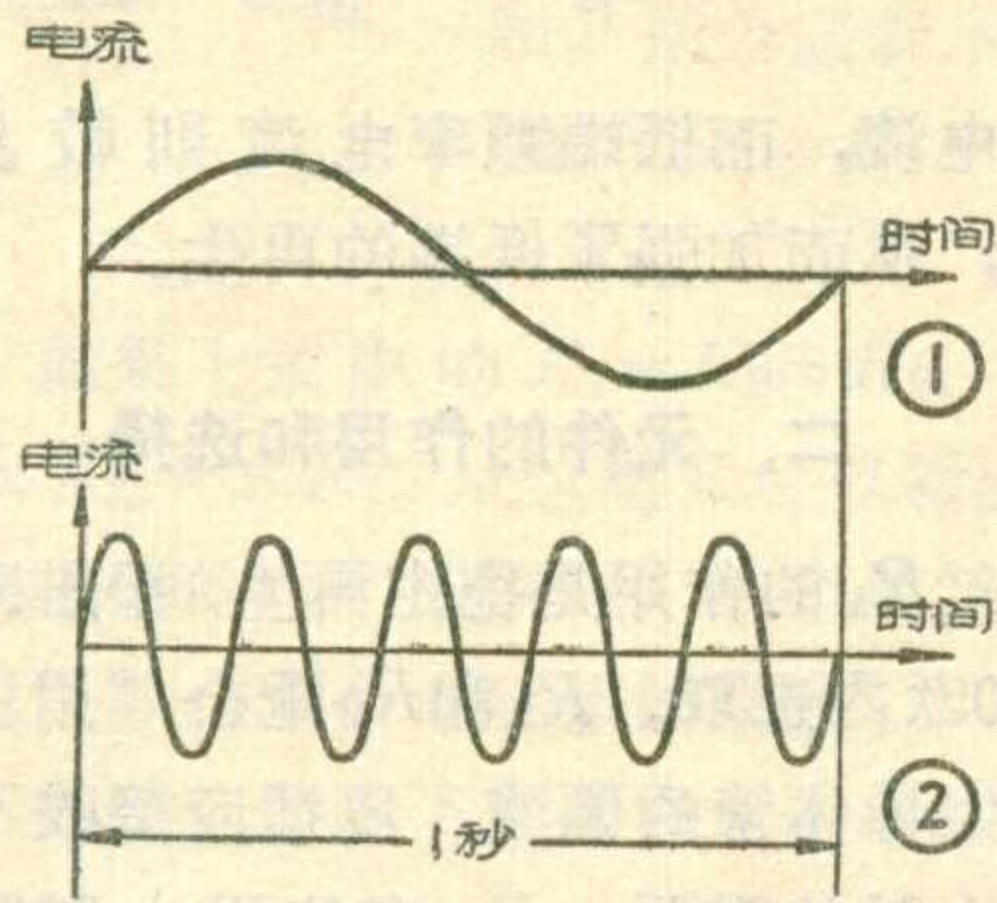
硬币的妙用

在底板上打电子管座孔时，总先要按管座的大小画个圆圈。业余爱好者可能一时找不到圆规或适当的工具，这时可在口袋里摸出几个硬币来利用一下。 $6N1$ 、 $6U1$ 等用的九脚电子管座可用一枚二分硬币来画。 $1A2$ 、 $6K4$ 等用的七脚电子管座可用一枚一分硬币来画。因为九脚座的直径是 20 毫米，二分硬币直径是 21 毫米；七脚管座的直径是 17 毫米，一分硬币直径是 18 毫米。硬币比管座各大 1 毫米，用来画圆打洞恰好合适。（庸人）



频率与波长

交流电都是一起一伏地变化着的，但是它们变化的快慢却不相同，有的变化得很快，有的变化得很慢。为了说明这个特点，我们把交流电在一秒钟内变化的次数叫做频率。它的单位是赫芝（用来纪念发现无线电波的物理学家赫芝）或简称赫，代表符号是 *HZ*。例如图 1 是正弦交流电，它在一秒钟内一起一伏地变化了一次，所以它的频率就是 1 赫。图 2 的正弦交流电，一秒内变化了五次，所以它的频率是 5 赫。我们日常所用的交流 220 伏市电，它的频率是 50 赫。在过去的书刊上，也有采用周/秒（简称周，符号为 *C/S*，或简称为 *C*）作频率单位的，1 周/秒就是 1 赫。



从几十万次到几千万次，需要用兆赫来计算。一兆赫就是一赫的一百万倍，代表符号为 *MHZ* 或 *MC*。

所有的无线电波在空中奔跑的速度都和光的速度相同，这个速度近似为每秒钟三万万米。如果有一个每秒变化三万万次（300 兆赫）的无线电波在空中奔跑，那么每一个完整的波形（一起一伏变化一次的波形），在空间就占据了一米长的距离。因此我们也可以用一個完整的波形长度来表示交

流电变化的快慢。我们把它叫做波长，它的单位是米。频率愈高，波长就愈短。它们两者之间可以用简单的式子表示：

$$\text{波长(米)} = \frac{300,000,000(\text{米})}{\text{频率}} \text{ 或}$$

$$\text{频率} = \frac{300,000,000}{\text{波长}}$$

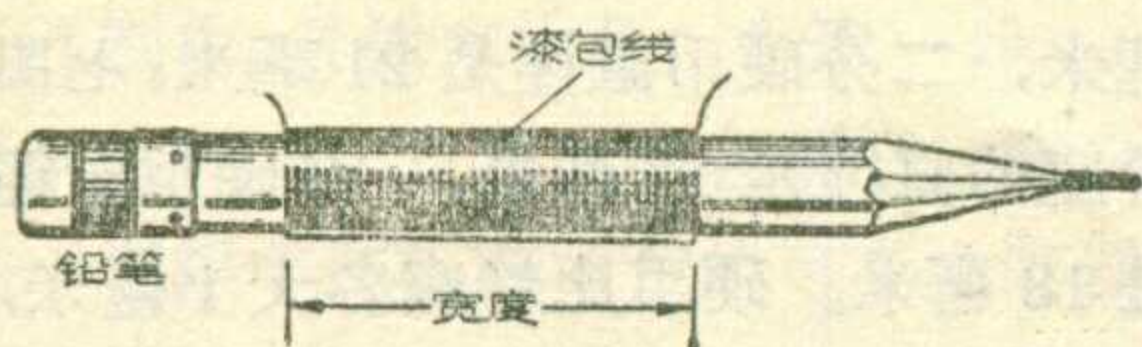
如果一个广播电台的波长是 200 米，利用上面的公式就可以算出它的频率是 1.5 兆赫。电视台常用 57.75 兆赫的频率发送电视图象，因此它的波长是 5.2 米。

实际上，波长和频率是同一件事的两种表示方法。在频率不高时，用频率来表示是比较方便的。例如 50 赫市电折算成波长便是 6,000,000 米，这样大的数字，写和读都很不方便。但是当频率很高时，用兆赫、千兆赫或兆兆赫来表示，也很不方便。因此就用波长来表示。例如米波、厘米波、毫米波等等。收音机的度盘上，中波电台用频率来刻度，短波电台用波长来刻度，就是这个道理。（荧光）

怎样量漆包线

我们绕制线圈的时候，应当知道所用漆包线的线号或直径。国产漆包线是以线的铜心标称直径（单位毫米）为标号的。例如我们要用 0.38 毫米漆包线，就是说它是铜心直径为 0.38 毫米的漆包线。下面是几种绕制收音机线圈常用的漆包铜线线号表，表中还列出了各号漆包线的外径数值，和相当的一般英规的线号。

如果我们手头有了漆包线但不知它的线号，可以把漆包线绕在一支圆杆铅笔上，绕上几十圈（如图）。必须绕得很紧，不能有空隙。然后用标准公制量尺，量出漆包线在铅笔上所占的宽度。将这



个宽度除以所绕的圈数，就得出了漆包线的实际外径（即漆包线直径），从表中就可查知它的线号。例如铅笔上绕了 100 圈，量得长度为 42 毫米，那么， $42 \div 100 = 0.42$ 毫米，查表可知它是 0.38 毫米漆包线，也就是相当于英规的 28 号漆包线。

这样得出的线号虽然不十分准确，但误差也不很大。铅笔上绕的圈数越多、越紧密，误差越小。关于漆包铜线的其他详细规格，可以查阅 1963 年第 2 期封三“国产漆包铜线规格表”。

（文）

| 国产漆包铜线 | | 近似英规铜线 | | |
|------------------|---------------|--------|--------------|---------------|
| 线号 (铜心直径, 毫米) | 漆包线直径 (毫米) | 线号 | 铜心直径 (毫米) | 漆包线直径 (毫米) |
| 0.31 | 0.35 | 30 | 0.315 | 0.34 |
| 0.35 | 0.39 | 29 | 0.345 | 0.376 |
| 0.38 | 0.42 | 28 | 0.376 | 0.406 |
| 0.41 | 0.45 | 27 | 0.417 | 0.45 |
| 0.47 | 0.52 | 26 | 0.457 | 0.487 |
| 0.51 | 0.56 | 25 | 0.508 | 0.56 |
| 0.55 | 0.60 | 24 | 0.559 | 0.60 |
| 0.62 | 0.67 | 23 | 0.610 | 0.655 |
| 0.72 | 0.78 | 22 | 0.711 | 0.76 |
| 0.80 | 0.86 | 21 | 0.813 | 0.87 |
| 0.90 | 0.96 | 20 | 0.914 | 0.98 |
| 1.04 | 1.12 | 19 | 1.016 | 1.08 |
| 1.20 | 1.28 | 18 | 1.219 | 1.29 |

几种再生式线圈的数据和用法

目前常见的商品再生式线圈主要有蜂房绕法和单层平绕两种。蜂房的又有美通 336 和天桥牌 336 再生式线圈等数种，它们的外形尺寸和性能很近似，完全可以互换使用（图 1a）。单层平绕式再生线圈，目前有上海产的一种（图 1b）。图 1a、b 两种线圈的再生圈和谐振圈，在性能上是近似的，只是天线线圈不同。蜂房绕法的天线圈在 200 圈左右，电感较大，阻抗较高，所以叫高阻抗式。单层平绕的天线圈在 30 圈左右，所以叫低阻抗式。

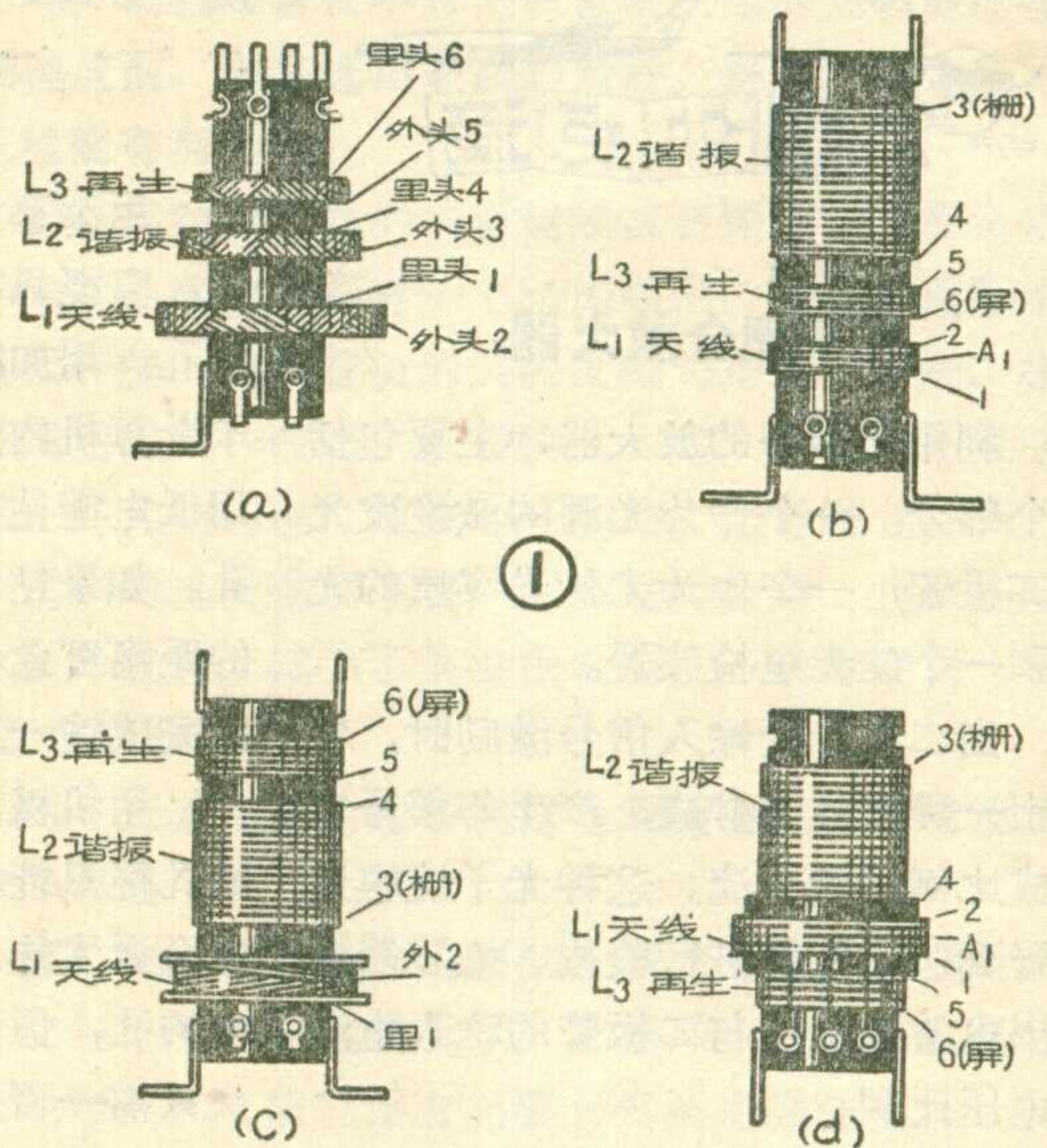
高阻抗式天线圈，可以使整个中波段的灵敏度比较匀称。不过，装制

简单收音机也完全可以使用低阻抗式的。

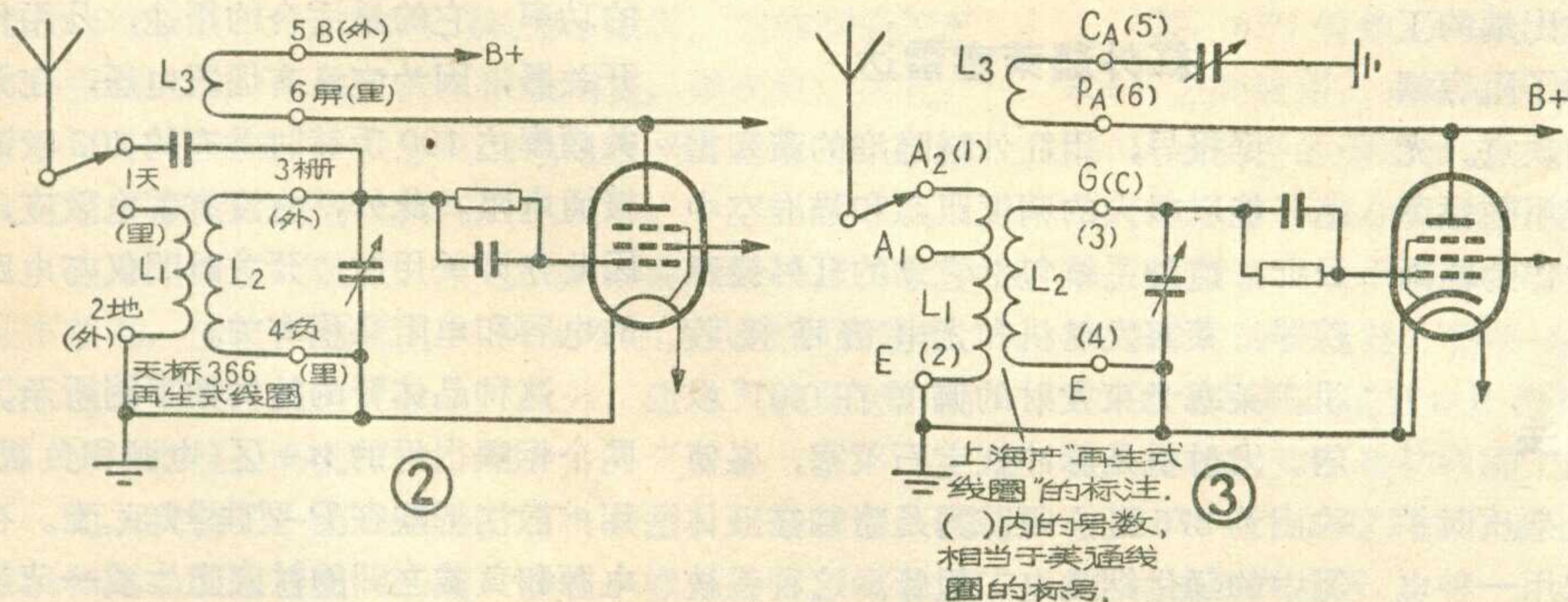
再生线圈比较简单，圈数多少有些出入对性能影响不大，所以多数爱好者都是自己绕制。下表列出了一些再生线圈的拆测记录数据，供自己绕制时参考。

线圈绕法可参考本刊已经发表的有关文章，也可以参考图

1c，在线圈筒上，套上两块内径恰好能和线圈筒紧紧套住（或粘住）的厚



①



几种再生线圈的参考数据

| 线圈外形及绕法 | 天线线圈 | | | 谐振线圈 | | | 再生线圈 | | | 线圈筒 | |
|-----------|------------|---------------------------|--|--------------|-----|----------------|-----------|----|-------------------------------|--------|--------|
| | 线径(用线) | 圈数 | 出线头标记 | 线径(用线) | 圈数 | 出线头标记 | 线径(用线) | 圈数 | 出线头标记 | 直径(毫米) | 长度(毫米) |
| 图 1a 蜂房 | 0.12 (单包丝) | 197 | 1 2 天地 (2) (1) | 7×0.07 (丝包线) | 100 | 3 4 栅负 (3) (4) | 0.2 (单丝包) | 45 | 5 6 B 屏 (5) (6) | 16.5 | 40.5 |
| 图 1b 平绕 | 0.19 | 30 (15圈 A ₁) | A ₂ E (A ₁) | 0.19 | 114 | G E (C) | 0.19 | 30 | C _A P _A | 24.5 | 63.2 |
| 图 1c 混绕 | 0.09 | 250 (乱迭) | 1, 2 | 0.12 | 145 | 3, 4 | 0.12 | 65 | 5, 6 | 20 | 50 |
| 图 1d 平绕 | 0.19 | 25 (距地6圈 A ₁) | A ₂ , 2 (1) (A ₁) | 0.19 | 110 | 3, 4 | 0.19 | 23 | 5, 6 | 25.4 | 55 |
| 图 1b 自绕数据 | 0.15 | 50 (中间抽出 A ₁) | A ₂ E (A ₁) (1) (2) | 0.29 | 80 | 3, 4 | 0.15 | 50 | 5, 6 | 38 | 75 |
| | 0.19 | 55 | 1, 2 | 0.29 | 98 | 3, 4 | 0.19 | 45 | 5, 6 | 32 | 75 |

注 1. 表中蜂房再生线圈出线头标记栏里的(2)(1)等，是美通 336 的标号；
2. 表中线径栏没有另外注明导线用线种类的都是漆包线。

纸板，然后把线乱绕上去，这种乱迭绕法能代替蜂房绕法。

再生线圈的接法可参看图 2 和图 3。注意线头不能接错，因为它是靠再生圈 L₃ 对谐振圈 L₂ 的正反馈作用，来提高灵敏度的，接错了就没有再生作用了。自己绕制或利用没有标记的再生线圈时，应该掌握住下面几条原则：

1. 天线 (L₁)、谐振 (L₂) 和再生 (L₃) 三个

线圈的绕线方向相同。

2. 乱迭绕或蜂房绕法时，如果 L₂ 接电子管栅极的头是线圈的外头，那么 L₃ 接屏极的头必须是里头（参看图 1a 及图 2）。天线线圈怎样接都可以。

3. 平绕线圈，L₂ 接栅极的头要和 L₃ 接屏极的头离得最远（如图 1b、c 及 d），或者完全相反也行。

4. 再生强弱和电子管的屏压、帘栅压、栅漏电阻和再生圈数等数值成正比，和 L₂、L₃ 间的距离成反比，可以按需要进行调整。

（晓勤）





光子耦合放大器

利用光耦合的放大器，主要包括三个部分：一个作为光源的激发发光的二极管，一个作为光传导媒质的光管和一个硅光电检波器。

当二极管受输入信号激励时，它放出一种红外光射线，产生与信号电流成比例的光子流。这种光子流经过光管到达检波器进行检波。检波器的输出电流或电压与二极管的输入电流或电压比例。

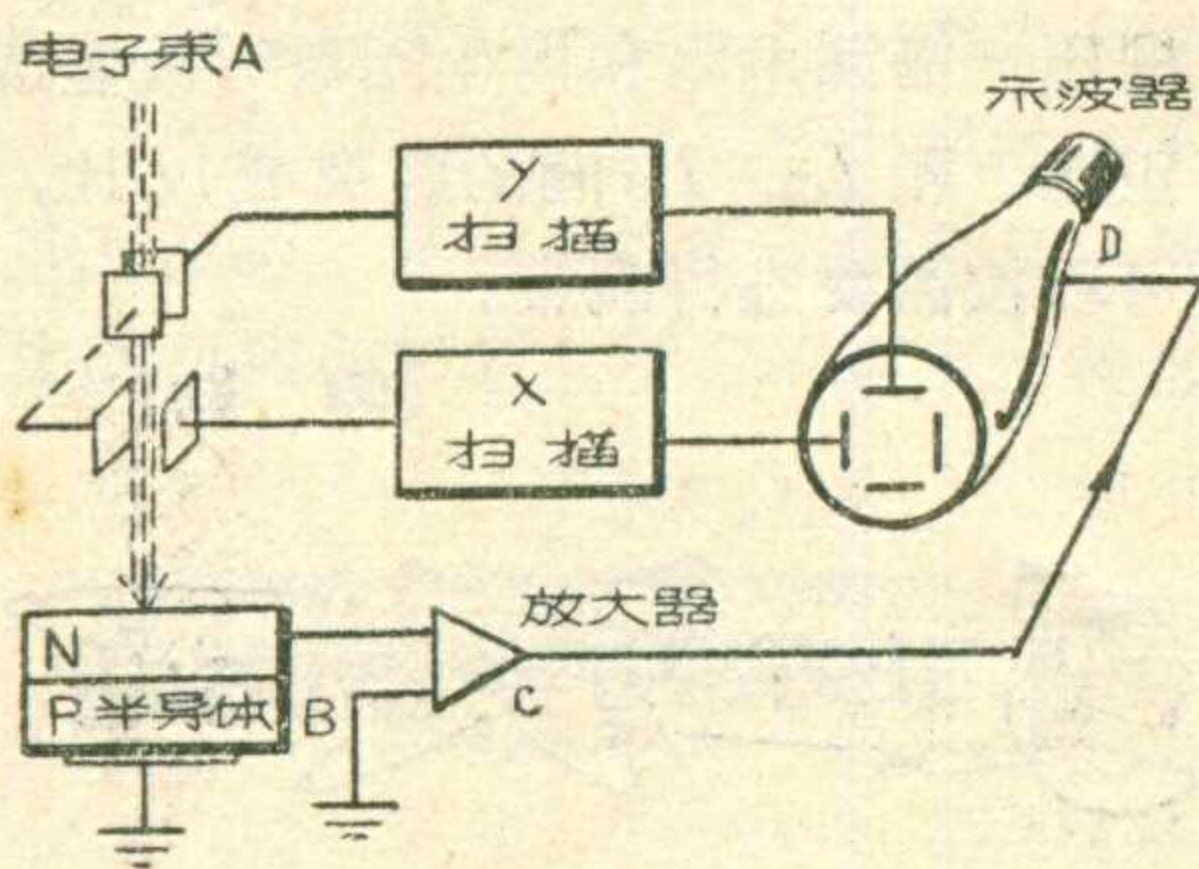
据报导，放大器光源和检波器之间的电阻可以超过 10^{16} 欧，电容可以低于 0.0001 微微法。放大器的带宽从 100 千赫到 1000 兆赫。这种放大器的优点是绝缘程度高，输出端的工作状态不影响输入端，克服了阻容耦合和变压器耦合在这方面的缺点。光子耦合放大器可以广泛地应用在振荡器、调制器、倍增器等线路中作为绝缘的耦合装置。(初 編譯)

检查半导体的新方法

为了发现半导体在掺入杂质时扩散层产生的微小缺陷，可采用一种电子束扫描检查法。

如图所示，电子束通过加有电场的两对极板，对半导体截面进行扫描，产生的电流经过放大接在示波器上。如果半导体扩散层有缺陷时，示波器上的波形便消失了。用这种方法，能检验出 10% 以上的反常变化。

实验采用的电子束，半径 1 微米，电流 1 微安到 4 毫微安，注入能



量 4 千到 5 万电子伏特。(光远編譯)

莱塞钻头

用莱塞光在坚硬的金属上钻出的孔，直径只有万分之一吋。这样小的孔，用肉眼是观察不出来的。在电子计算机内使用的磁性钢线上，要求用低电能钻出许多彼此非常靠近的小孔。如果钻出的孔愈小，则孔与孔间的距离可愈小。利用莱塞钻头能很好地完成这一工作。

用机械设备在金属上钻孔，钻出的孔径只能小至百分之一吋，而且会使金属发热。用电子注虽然可钻出更小的孔，但也会使金属发热。莱塞钻头只需一百万分之一秒的瞬间就可将孔钻好，时间这样短，钻孔周围的物质是来不及发热的，这是莱塞钻头的另一独特的优点。

(李元善編譯)

红外线莱塞雷达

据报导，用红外线瞄准的莱塞雷达，能以极大的精度跟踪和瞄准空中目标。这种系统包括它的红外线跟踪器、莱塞发射机和光电倍增接收机。莱塞光束发射的偏差在 0.01° 以内。发射机是脉冲红宝石莱塞，峰值输出为 375 瓦；跟踪器是冷却在液体氮中的铈化镱光电二极管。这种系统的精确度为微波跟踪装置的 10 倍。为了得到较高的信号噪声比，可以用较窄的、更强的莱塞光束 (泽仁 編譯)

电子露点表

这种电子露点表，是利用热电致冷半导体和热敏电阻制成的。由一稳压电源供电而产生的光束，经过一面反射镜到达一个光敏电池。如果反射镜上有露，光束反射后便散乱，因此光敏电池的电流发生变化。利用这种变化可控制用来冷却反射镜的热电微型组件。当有露时，切断致冷装置，当露消除后，光线可以射到光敏电池上，使致冷装置接通。反射镜表面不断周期地出现有露和没露的情况，同时决不会冷到露点温度以下。这种表可以在它接通之后三秒钟内给出周围

的温度，30 秒钟以内给出露点温度，精确度可达 $\pm 0.25^\circ\text{C}$ 。(泽仁 編譯)

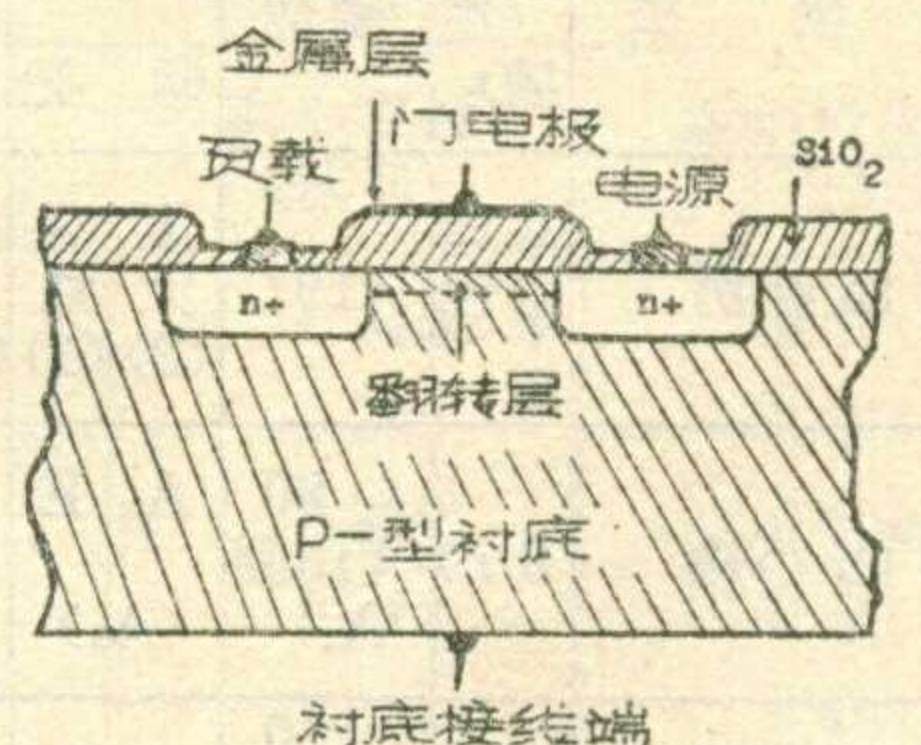
新型金属氧化硅晶体管

这种晶体管的型号为 95BFY，它的输入电阻为一百万兆欧，远大于通常的晶体管，甚至超过场效应晶体管的输入电阻。在电子仪器、控制电路、计算机、长途通信设备中，这种晶体管可用作高低阻抗变换器或低频放大器。它也适用于逻辑电路。

由于这种晶体管基本上属于多数载流子器件，不受辐射的影响，所以也能用在卫星及其它外层空间设备中。

用它作振荡器时，振荡最高频率可达 150 兆赫；用作混频器时，变频增益可达 20 分贝（衬底端用作第二信号端）；用作屏极调制的输出级时，在频率达 100 兆赫时能输出数百毫瓦的功率。它的最适合的用途，是用作开关器，因为它没有偏置电压，在开关频率达 100 千赫时具有约 400 欧的接通电阻。此外，它没有蓄电效应，因此作开关用时，开关时间仅与电路的电容和电阻乘积有关。

这种晶体管的结构如下图所示。两个相隔很近的 $n+$ 区（电源和负载）用扩散法形成在 P 型硅衬底上。在电源和负载之间的衬底上生成一薄层氧化硅，并在这层氧化物上用喷涂法涂上一个铝质电极。



如果在门电极上接正电压，则在衬底表面感应产生负电荷，形成一个 n 型通道，使电源与负载间连通。如果在电源和负载间接上电压，则电源和负载间的电流可由门电极上所加的电压来控制。(車扁 編譯)

问与答

问：磁棒、磁性瓷、铁淦氧、铁粉心是不是同样的东西，有什么区别？磁性天线为什么能提高Q值？上述物体各有什么特性及功用？

答：铁粉心是将天然氧化铁 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 或含镍的坡莫合金等，用化学或机械方法弄成细粉粒，然后在粒面加涂上绝缘薄层，掺入适当成分的可塑性结合剂，每平方吋加 50~100 吨的压力，压成所需的形状烘干而成。它的导磁系数随所用磁性材料而不同，约自 55 至 100,000。由于铁粉心的磁性粉粒有绝缘层隔开，电阻率增大，用于高频时涡流损耗较小，Q 值也降低不多，适用于高至 20 千赫的高频。它的电阻率为 10^{-7} 欧·米，是依靠磁性粉粒的绝缘层而增大的。由于绝缘层厚度制造上有限制，所以电阻率不能很高。

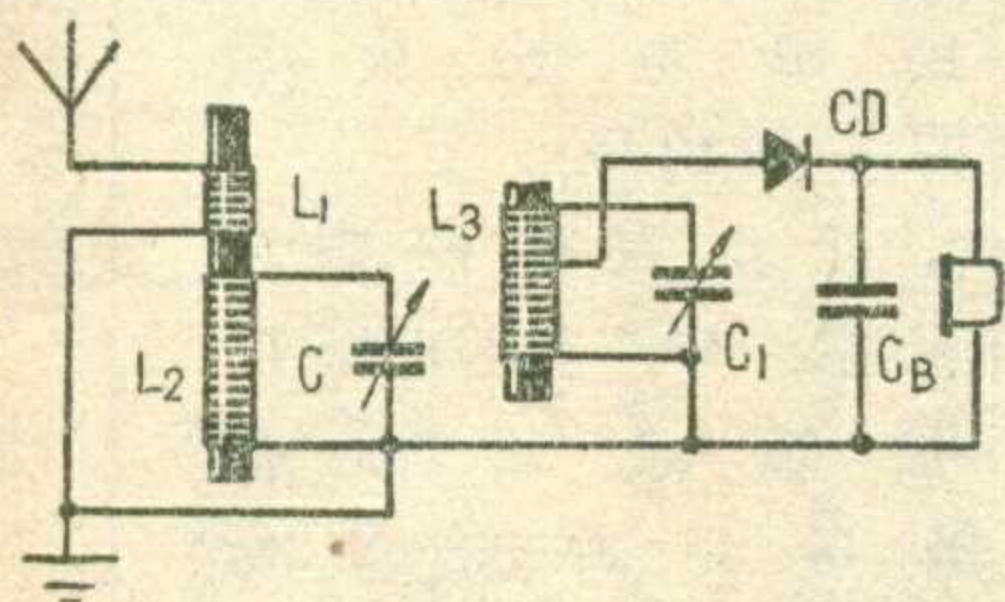
铁淦氧是用高电阻率的金属氧化物（属于半导体）的混合物烧制而成。它的分子式为 $MOFe_2O_3$ ，式中 M 代表二价金属离子，如铜、镍、铁、银等。它的制造工艺与陶瓷相似，外形和性能也很像陶瓷，硬而脆，多孔，所以又叫“磁性瓷”。铁淦氧的电阻率为 10^7 欧·米，因此可用于微波，而涡流损耗依然较小。

磁棒用铁淦氧做成。用它绕成的磁性天线，由于导磁系数高，能把电磁能集中，大大增加天线收到的能量，因此能提高收音机的灵敏度。此外，磁性天线具有方向性，所以也能提高选择性，减少外界干扰。

问：我装了一架三回路矿石机如图，天线线圈（30 圈）和第二回路线圈（65 圈）绕在一根磁棒上，第三回路（65 圈）绕在另一磁棒上，用两个 365PF 的单连可变电容器调谐，以半导体二极管检波，选择性和灵敏度都不好，如何改进？

答：三回路矿石机的主要优点是选择性好。由于经过双重调谐，损耗较大，音量只会低，不会高。两个回路调谐得不合时，音量会降低得更厉害。装置时两个回路线圈的位置，是决定矿石机选择性好坏的关键。太近时，灵敏度高，选择性差；太远时，选择性好，但灵敏度低。因此在固定第 3 回路线圈（ L_3 ）以前，必须经过实际收音，将它向第 2 回路线圈（ L_2 ）靠近或移开，直到选择性和灵敏度都能

满意后，再加以固定。倘离第 2 线圈很远时才能分清电台，天线线圈的圈数应减少。可变电容器应当用双连的，并且用补偿电容器使两个回路能同步地调谐到同一频率，这样灵敏度就不会下降很多。（以上朱邦俊答）



到选择性和灵敏度都能满意后，再加以固定。倘离第 2 线圈很远时才能分清电台，天线线圈的圈数应减少。可变电容器应当用双连的，并且用补偿电容器使两个回路能同步地调谐到同一频率，这样灵敏度就不会下降很多。（以上朱邦俊答）

问：高放来复式半导体收音机上用的高频变压器或高频扼流圈，导线选用多粗的最好。导线太粗太细对收音机性能有何影响？

答：高频变压器的初级线圈或高频扼流圈的电感与半导体管的输出电容有一个谐振频率，我们希望谐振的峰值低一些，使收音机的灵敏度较为均匀，因此，线圈的导线用得细一些好，使 Q 值低一些，谐振峰不致成为尖端，并且结构也可做成小一些的。但导线也不应太细。过细的机械强度不够，容易发生故障，此外还使直流电压降过大，减小了集电极电压，一般导线用 0.07~0.1 毫米的即可。

问：交流收音机能不能用电源插座上的地线插孔引出来作天线？

答：交流收音机的电源插头插进电源插座以后，收音机就与电源的地线接通了，其效果和天线插孔接到电源的地线一样，所以没有必要另外再用线连接。

问：6P1 管的屏压在电子管手册上注的是 250V，为什么一般售品收音机电源变压器乙电多是 $2 \times 220V$ ，而且还能带动 6 吋的扬声器？而有的售品扩音机电源变压器为什么又是 $2 \times 300V$ 的？

答：6P1 管作功率放大器时屏极电压可以在 180~300V 之间使用，只是输出功率和失真的大小有所不同。250V 是典型的运用值之一。一般普通收音机为了经济，多将屏压降到 200~230V 使用，电源变压器可以做得较小。这时输出功率略小一些，但收听已很够用。例如用 $2 \times 220V$ 的变压器，整流以后，直流电压仍在 220V 左右，通常不经过滤波电阻直接经输出变压器供给 6P1 屏极，在输出变压器初级圈上降落 10V 左右，屏极电压可有 210V 左右，这时最大输出功率尚有 2W 以上，足够 6 吋扬声器放音。

扩音机的负载一般比收音机要重，输出功率要求大，屏压就应高一些，故这类售品变压器的电压数值也较高。

（以上林 华答）

问：电子管的内阻如何计算？

答：电子管的内阻一般是指它的屏极、阴极之间的等效电阻。它是在栅压、帘栅压、抑制栅压为固定值的情况下，屏流除屏压所得的商。它可以由测量出的屏流和屏压计算出来，也可以由电子管手册中的特性曲线上查出来。电子管的内阻和电子管的交流电阻是两个不同的概念，在使用时不可混淆。

问：电子管的帘栅极降压电阻值如何计算？

答：计算帘栅极降压电阻的公式是：

$$R (\text{欧}) = \frac{E_a (\text{伏}) - E_{sg} (\text{伏})}{I_{sg} (\text{安})}$$

其中 I_{sg} 是帘栅极电流， E_a 是乙电电源电压， E_{sg} 是所需要的帘栅极电压。

问：超外差式收音机短波段本机振荡线圈不用垫整电容和补偿电容，同样可以收听，不知何故？

答：短波段的天線輸入調諧綫圈一般 Q 值都不很高，諧振曲綫比較平坦，通頻帶較寬，且中頻只有 465 千赫，因此振蕩部分與輸入部分跟蹤較差時，一般仍然可以收聽。在短波段里時常會有一個電台在相隔二倍中頻的兩個地方同時出現，而且音量幾乎相差不多，即所謂像頻干擾，就是這種原因造成的。準確地調整墊整電容和補償電容可以達到改善跟蹤情況，減少像頻干擾的效果，因此加用這些電容還是必要的。

問：一台五燈機若再加一只調諧指示管改為六燈機，請問原五燈電源變壓器是否要換？

答：6E1 調諧指示管的熒光屏和陽極電流總計不過 2.5 毫安左右，電源變壓器高壓部分增加這一負載不會有問題。6E1 燈絲電流為 0.3 安，燈絲部分增加這一負載後，一般說問題也不太大，可能電源變壓器發熱要較快一些（按一般五燈變壓器有 5 伏整流管者為 6.3 伏 2 安和無 5 伏整流管者為 6.3 伏 2.5 安考慮）。可以減小指示燈電流，用省電型的燈泡，或根本不用指示燈，而以 6E1 作開機指示，就會更好一些。

問：一台五燈機接上 2 市尺長的拖綫收聽很好，但接再長的天綫時反而產生嘯叫聲，為什麼？怎麼辦？

答：這是天綫參數變化以後對調諧回路引起的影響。天綫加長後，天綫電容增大了，天綫回路的諧振頻率就往頻率低的方向移動。如果變頻級和中放級因布綫不良存在較大的反饋電容，那麼當天綫回路的諧振頻率與中頻接近時，正反饋加強，就會產生嘯叫聲。解決的辦法：①在天綫與地綫之間並聯一只 2 千歐~5 千歐的電阻或 100~500 微微法的電容試試，②減少天綫綫圈圈數或減小天綫與柵極綫圈之間的耦合，③變頻級和中放級重新合理布綫，避免正反饋，這是治本的辦法。

（以上鄭寬君答）

問：一般交直流兩用電源超外差式收音機的環狀天綫是否可以用售品綫圈代用，效果如何？

答：可以代用，僅在不用天綫或拖綫時，靈敏度比用環狀天綫時稍差。

問：高、中、低音揚聲器有何區別？

答：這三種揚聲器在性能上的區別，在於有效頻率範圍的不同，一般的中音揚聲器放送頻率約為 100~8000 赫的中音頻時聲音最好，高音揚聲器的最高頻率範圍可以達到 12000 赫或更高；低音揚聲器的最低頻率範圍約為 80~40 赫或更低。揚聲器有效頻率的不同，在很大程度上決定於機械振動系統——紙盆的構造；著重於放送高音的揚聲器，紙盆質量要輕，質地堅硬，以便在高音頻工作時能夠靈活地振動。著重於放送低音的揚聲器，紙盆應具有很好的懸浮特性和機械強度，使它能够適應和經受得起振幅很大的低音頻振動。一般的高音揚聲器口徑較小或者制成為號筒式或電容式的揚聲器。低音揚聲器的口徑則較大。

（以上徐疾答）



| | |
|---------------------------|----------|
| 中國電子學會理事馬大猷同志的題詞 | (1) |
| 本刊舉行座談會紀念創刊十周年 | (1) |
| 微型電子設備 | 煥良編譯(2) |
| 聲納是怎樣工作的？ | 蔣澤仁編譯(4) |
| 雙失諧回路鑒頻器 | 琳田(6) |
| 袖珍式簡易電子示波器 | 吳葆仁(8) |
| 6J5 用作變頻管 | 程培其(9) |
| 快速糧食濕度測定器 | 韓章喬(10) |
| 超再生式接收 | 徐疾(11) |
| 螺絲釘鋸短的簡法 | 夫(13) |
| * 半導體知識 * | |
| 半導體管高頻放大電路 | 魯濱(14) |
| 海棠 63—31 型交流三燈收音機 | 楊善道(16) |
| 自制拉花鋸條 | 華(17) |
| 再談利用超音頻振蕩作干電池機甲電的問題 | 于連芳(18) |
| 一些外國舊型號電子管的特性參數 | 王順(19) |
| 美多牌 R 20—2 TH 20 瓦擴音機 | 陳達斌(20) |
| 普及型半導體收音機的維修 | 浩波(22) |
| * 實驗室 * | |
| 自制萬用電表實驗 | 永為(24) |
| * 業餘初學者園地 * | |
| 電阻的串聯和並聯 | 栗新華(26) |
| 使用便利的再生電容器 | 曉泰(26) |
| 用高頻管裝的半導體單管機 | 韋立(27) |
| 硬幣的妙用 | 庸人(27) |
| 頻率和波長 | 熒光(28) |
| 怎樣量漆包綫 | 文(28) |
| 幾種再生式綫圈的数据和用法 | 曉勤(29) |
| 國外點滴 | (30) |
| 問與答 | (31) |
| 封面說明：國產 DMJ—16B 型模擬式電子計算機 | |

編輯、出版：人民郵電出版社

北京東四 6 條 13 號

印刷：正文：北京新華印刷廠

封面：京華膠印廠

總發行：郵電部北京郵局

訂購處：全國各地郵電局所

本期出版日期：1965 年 2 月 12 日

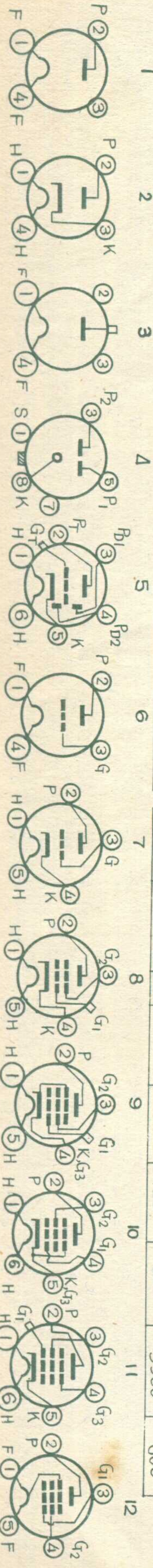
本刊代號：2—75 每冊定價 2 角

一些外国型号电子管的特性参数

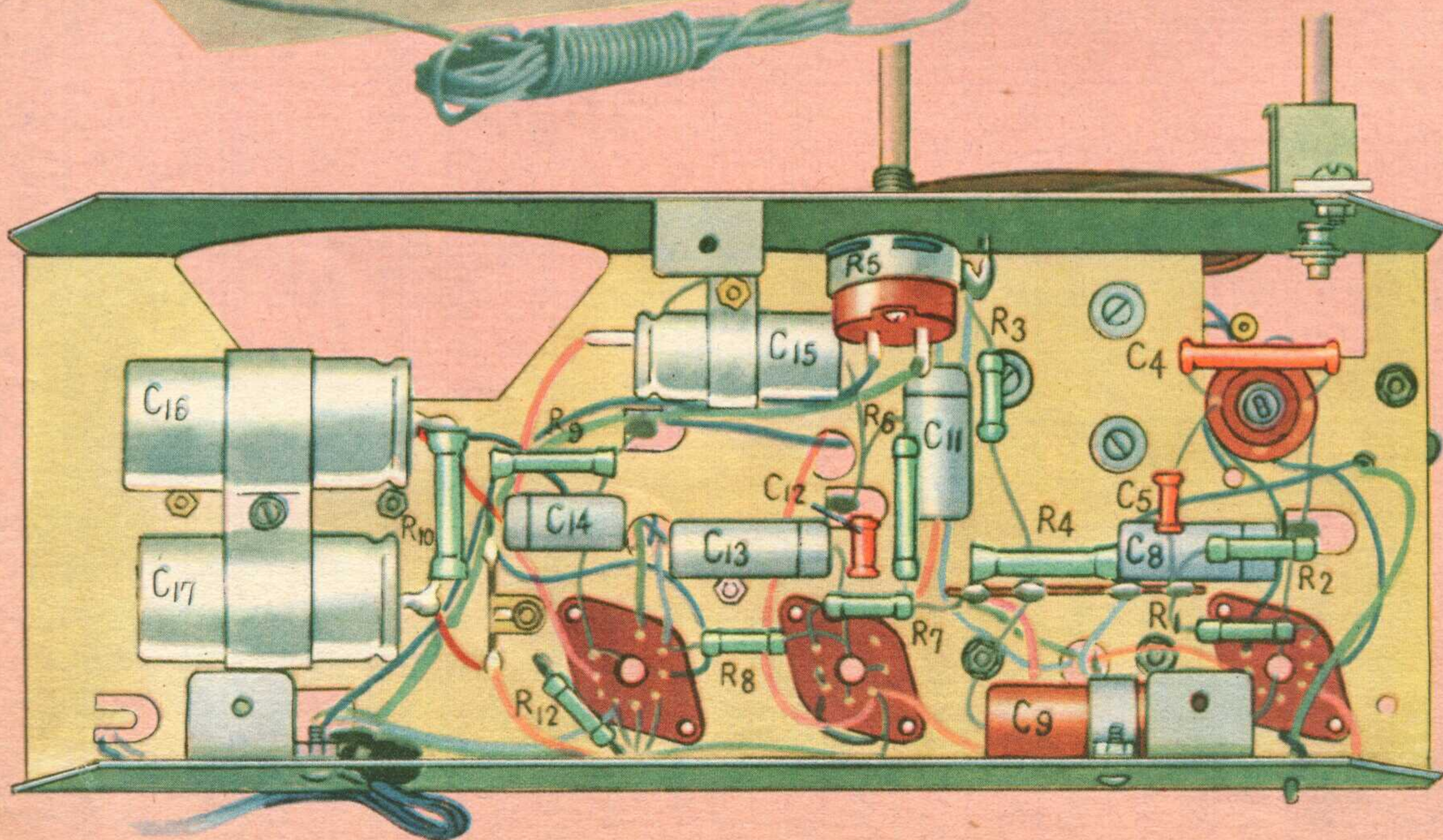
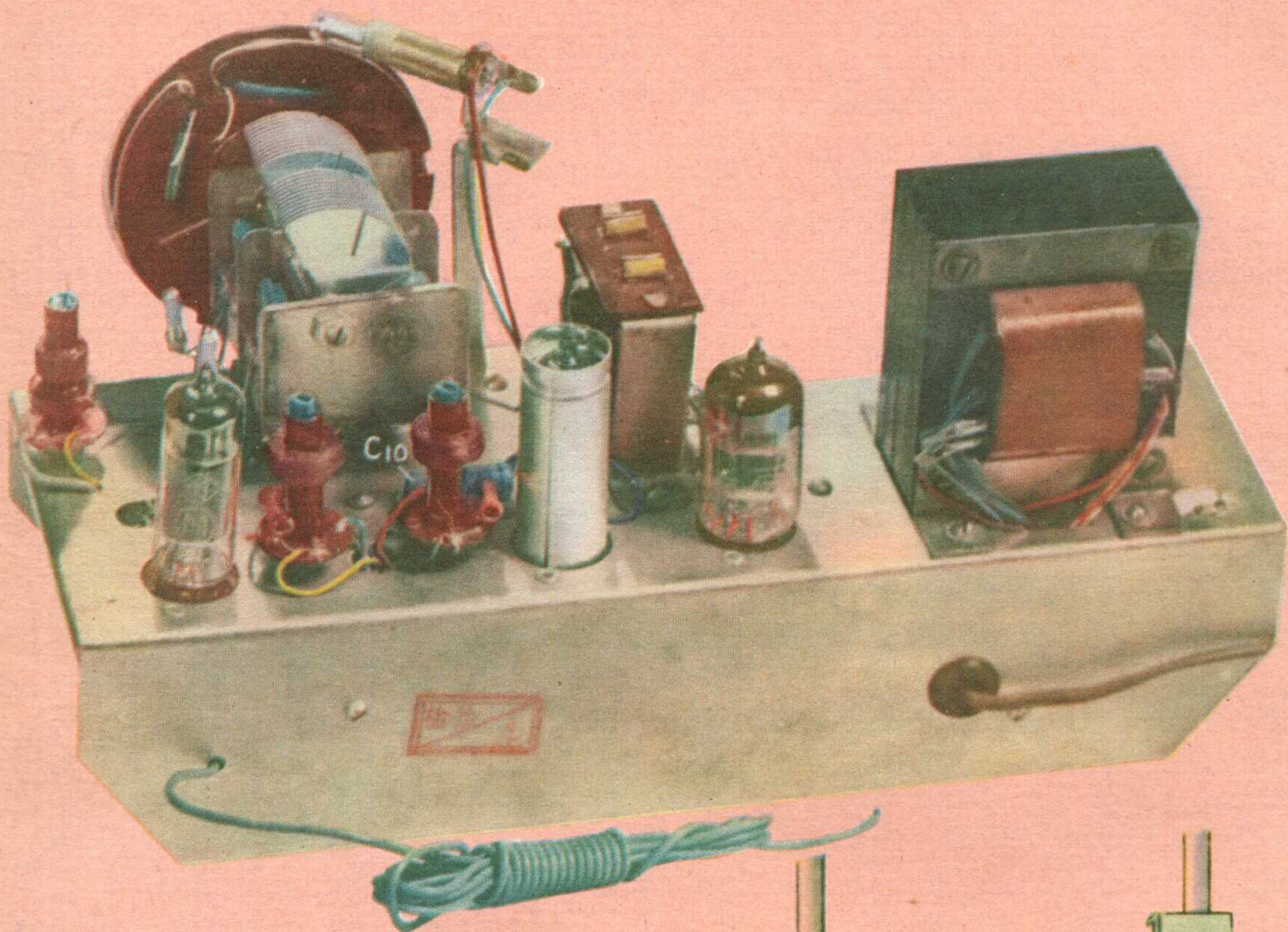
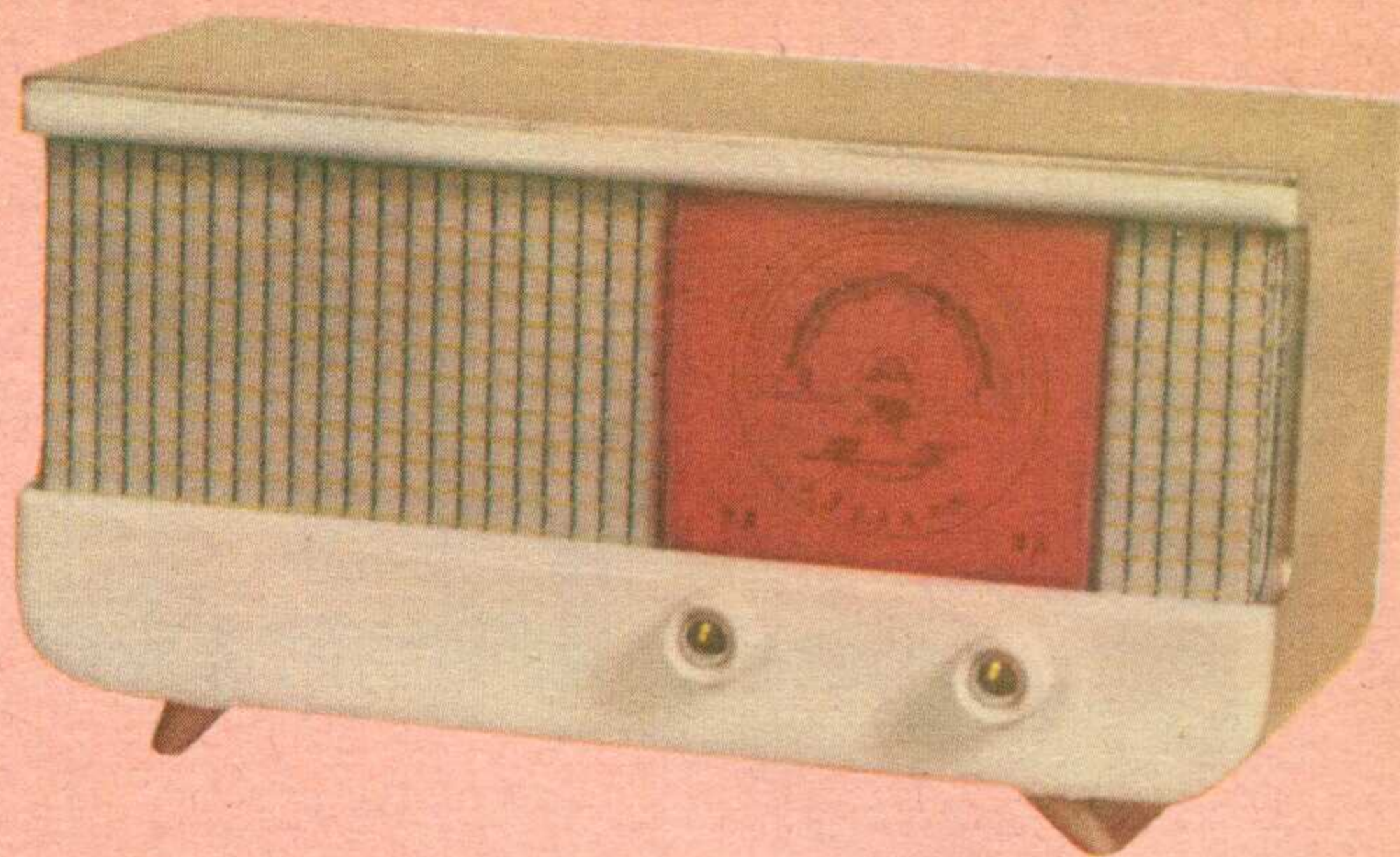
| 型号 | 种类 | 管脚图号 | 灯丝电压 U_f (V) | 灯丝电流 I_f (A) | 屏极电压 U_a (V) | 栅极电压 U_{g1} (V) | 帘栅电压 U_{g2} (V) | 屏极电流 I_a (mA) | 帘栅电流 I_{g2} (mA) | 内阻 R_i (kΩ) | 跨导 S (mA/V) | 负载电阻 R_a (kΩ) | 放大因数 μ | 输出功率 $P_{出}$ (W) | 备注 (见说明) |
|--------|---------------|------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------|------------------------|-------------|
| 12 | 检波放大 三极管 | 6 | 1.1 = | 0.25 | 90 | -4.5 | — | 2.5 | — | 15.5 | 0.425 | — | 6.6 | — | 1 |
| 12A | 功率放大三极管 | 6 | 5.0 | 0.25 | 180 | -15.0 | — | 8.5 | — | 4.15 | 1.8 | 10 | 7.5 | 0.27 | 2 |
| 18 | 功率放大五极管 | 10 | 14.0 | 0.3 | 250 | -16.5 | 250 | 34.0 | 6.5 | 80 | 2.5 | 70 | — | 3.2 | 3 |
| 24-A | 检波放大四极管 | 8 | 2.5 | 1.75 | 250 | -3.0 | 90 | 4.0 | 1.7 | 600 | 1.05 | — | 630 | — | 4 |
| UY-24B | 检波放大四极管 | 8 | 2.5 | 1.75 | 180 | -3.0 | 90 | 4.0 | 1.0 | 400 | 1.0 | — | 400 | — | 5 |
| UX-26B | 检波放大三极管 | 6 | 1.5 | 1.05 | 135 | -7.0 | — | 3.8 | — | — | 1.2 | — | 12.8 | — | 6 |
| UY-27A | 检波放大三极管 | 7 | 2.5 | 1.5 | 180 | -10.0 | — | 4.2 | — | 10.3 | 1.24 | — | 12.8 | — | 6 |
| UY-35B | 变 μ 四极管 | 8 | 2.5 | 1.75 | 250 | -21 | — | 5.0 | — | — | 1.0 | — | 9 | — | 7 |
| UY-39A | 高频变 μ 五极管 | 9 | 2.5 | 1.75 | 180 | -3.0 | 90 | 6.3 | 2.5 | 300 | 1.02 | — | 305 | — | 8 |
| UY-47B | 功率放大五极管 | 12 | 2.5 | 0.5 | 135 | -14.5 | 135 | 12.0 | 2.5 | 400 | 1.10 | — | 440 | — | 8 |
| 50 | 功率放大三极管 | 6 | 7.5 | 1.25 | 300 | -19.0 | 180 | 20.0 | 1.6 | 375 | 0.96 | — | 360 | — | 9 |
| UZ-55 | 检波放大 双三极管 | 5 | 2.5 | 1.0 | 450 | -3.0 | 90 | 5.6 | 1.4 | 1000 | 1.05 | — | 1050 | — | 9 |
| 56 | 检波放大三极管 | 7 | 2.5 | 1.0 | 250 | -10.5 | — | 3.7 | — | 50 | 1.7 | 7.0 | 85 | 0.7 | 10 |
| 57 | 检波放大五极管 | 11 | 2.5 | 1.0 | 250 | -20.0 | — | 5.5 | — | 45 | 2.0 | 6.0 | 90 | 1.4 | 10 |
| 58 | 高频变 μ 五极管 | 11 | 2.5 | 1.0 | 250 | -3.0 | 100 | 2.0 | — | 2.0 | 1.9 | 4.6 | — | 1.6 | 11 |
| UX-71A | 功率放大三极管 | 6 | 2.5 | 1.0 | 135 | -8.4 | — | 3.7 | — | 1.8 | 2.1 | 4.35 | 3.8 | 4.6 | 11 |
| UZ-89 | 功率放大五极管 | 11 | 6.3 | 0.4 | 250(五极) 250(三极) | -10.5 | — | 8.0 | — | 7.5 | 0.75 | 25 | 8.3 | 0.075 | 12 |
| 1603 | 高频放大五极管 | 11 | 6.3 | 0.3 | 250 | -13.5 | — | 5.0 | — | 9.5 | 1.45 | — | 13.8 | — | 13 |
| RK16 | 功率放大三极管 | 7 | 2.5 | 2.0 | 250(五极) 250(三极) | -3.0 | 100 | 2.0 | 0.5 | 1500 | 1.225 | — | 1500 | — | 14 |
| RK17 | 功率放大五极管 | 9 | 2.5 | 2.0 | 250 | -3.0 | 100 | 8.2 | 2.0 | 800 | 1.6 | — | 1280 | — | 15 |

| 型号 | 用途 | 管脚图号 | 灯丝电压 U_f (V) | 灯丝电流 I_f (A) | 最高交流屏压 U_a (V) | 最大整流电流 I_B (mA) | 最高反峰电压 $U_{反}$ (V) | 最大峰值电流 I_m (mA) |
|--------|------|------|----------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 1 | 半波整流 | 2 | 6.3 | 0.3 | 350 | 50 | 1000 | 400 |
| KX-12B | 半波整流 | 1 | 5.0 | 0.5 | 180 | 30 | — | — |
| KX-12F | 半波整流 | 1 | 5.0 | 0.5 | 300 | 40 | 850 | 240 |
| KX-80B | 半波整流 | 1 | 5.0 | 1.25 | 400 | 70 | — | — |

| 型号 | 用途 | 管脚图号 | 灯丝电压 U_f (V) | 灯丝电流 I_f (A) | 最高交流屏压 U_a (V) | 最大整流电流 I_B (mA) | 最高反峰电压 $U_{反}$ (V) | 最大峰值电流 I_m (mA) |
|---------|------|------|----------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| KX-281 | 半波整流 | 1 | 7.5 | 1.25 | 700 | 85 | — | — |
| 866Jr | 半波整流 | 1 | 2.5 | 2.5 | 1250 | 250 | — | — |
| OZ4/24g | 全波整流 | 4 | — | — | 2X350 | 30~75 | 1250 | 200 |
| RK-21 | 半波整流 | 3 | 2.5 | 4.0 | 1250 | 200 | 3500 | 600 |



海棠 63-31型 交流三灯收音机



车副